KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

KEDUDUKAN BUKU TEKS SISWA

PAKET KEAHLIAN BUDIDAYA RUMPUT LAUT

GLOSARI

Agar : Senyawa polisakarida yang diperoleh dari ekstraksi rumput laut jenis Gracillaria sp., Gellidium sp. Merupakan rangkaian disakarida yang terdiri dari 1,3 linked ß-D-Galaktose dan 1,4 linked 3,6 anhidrosa-L-galaktose. Setiap 10 unit galaktose dalam molekul mengandung 1 gugusan sulfat yang terikat pada atom C6. Kadar belerangnya 0,3-2%.

Agaropectin : Senyawa polisakarida yang ditemukan pada proses pembuatan agar yang mengikat b 1,3 glikosida. Beberapa unit dari galaktosil mengandung sulfat.

Alginate : Garam kalsium, kalium, natrium dan magnesium dari senyawa polisakarida asam alginik

Betacaroten : Pigmen warna merah yang umumnya terdapat pada buah dan sayuran berwarna hijau gelapo dan kuning tua atau orange.

Biofilter : Sistem penyaringan air secara biologis

Blade : Bagian thallus yang bentuknya menyerupai daun

Blunt nodule : Benjolan-benhjolan yang terdapat pada permnukaan rumput laut

Calcareous : Tekstur thallus rumput laut yang mengandung zat kapur

Cartilogenous : Rumput laut yang yang memiliki tekstur menyerupai tulang rawan.

Cartilogenous : Tekstur rumput laut yang menyerupai tulang rawan

Chlorophyceae : Alga hijau yang mengandung pigmen fotosintetik, klorofil a dan b, *carotene*, *xantofil* dan *lutein.*

Death water bodies : Bagian pada badan/massa air yang tidak bergerak

Dichotomus : Sistem percabangan thallus dalam formasi dua-dua terus menerus.

Diploid : Keadaan perangkat kromosom bila setiap kromosomnya diwakili dua kali (2n)

Elevasi : Derajat kemiringan lahan

Epifit : Tanaman yang menempel pada tanaman lain untuk menunjang tumbuh dan hidupnya.

Fetch : Panjang daerah dimana angin berhembus dengan kecepatan dan arah yang konstan

Flagella : Bulu cambuk

Floridean starch : Persediaan makan dalam thallus berbentuk kanji

Food grade : Hasil olahan rumput laut yang aman dikonsumsi

Fotosintesa : Proses pembentukan bahan organic dari air dan gas karbon dioksida (CO_2) dengan bantuan tenaga sinar matahari oleh butir hijau daun

Fucoxantin : Pigmen warna pada alga coklat yang terdeteksi pada konsentrasi 5 hingga 8 kali lebih tinggi, karena terjadi penyerapan invivo pada spectrum cahaya antara 500 – 560 nm, paling tinggi pada 590 nm.

Gametania : Organ tempat memproduksi gamet

Gametofit : Suatu frase dalam daur hidup tanaman yang menghasilkan sel kelamin

Gas blader : Gelembung udara yang terdapat pada bagian dalam thallus

Gel strength : Kekuatan jeli dalam mempertahankan sifat gel atau kekentalannya

Gelatinaeus : Sifat kekenyalan rumput laut

Gelatinous : Tekstur thallus rumput laut yang lunak seperti gelatin

Generative : Perbanyakan melalui proses perkawinan.

Glikogen : Sejenis polisakarida yang fungsi utamanya adalah sebagai penyimpan energi cadangan bagi sel hewan. Glikogen adalah polimer dengan monomer penyusunnya adalah glukosa

Grazing : Cara hewan herbivora mengkonsumsi makanannya

Hidrokoloid : Suatu polimer larut dalam air, mampu membentuk koloid dan mampu mengentalkan larutan atau membentuk gel dari larutan tersebut.

Hold fast : Bagian thallus yang menyerupai akar berfungsi sebagai perekat pada substrat

Iotakaraginan : Karaginan yang larut dalam air dingin.

Kappa karaginan : Karaginan yang larut dalam air panas.

Karaginan	: Senyawa polisakarida yang diperoleh dari ekstraksi rumput laut jenis Eucheuma, Hypnea, Gigartina dan Chondrus yang tersusun dari unit D- dan L- Galaktose 3,6 Anhidrogalaktosa yang dihubungkan oleh ikatan 1-4 glikosilik. Setiap unit galaktosanya mengikat gugusan sulfat, jumlah sulfat pada karaginan ±35,1%.
Koagulasi	: Proses penggumpalan
Metode *scoring*	: Metode penilaian dengan nenggunakan matriks penilaian
Multifilament PE	: Tali plastik yang terbuat dari bahan polyethylene yang berserabut banyak.
Non food grade	: Hasil olahan rumput laut yang tidak dapat dikonsumsi
Pektik	: Bagian dinding sel tanaman
Phaeophyceae	: Alga cokelat yang mengandung pigmen fotosintetik yaitu *carotene, fucoxantin, klorofil a* dan *klorofil c*
Pinnate alternate	: Percabangan thallus tunggal dalam formasi berselang.
Polyculture	: Budidaya ikan yang dilakukan lebih dari satu jenis dalam satu wadah budidaya yang terkontrol
Polisakarida	: Senyawa karbohidrat yang terbentuk dari beberapa monosakarida.
Rhizoid	: Perakaran rumput laut yang berfungsi untuk menempel pada substrat
Rhodophyceae	: Alga merah yang mengandung pigmen fotosintetik berupa *xantofil, karoten*, dan *fikobilin* terutama *r-fikoeritrin* (berwarna merah), klorofil a dan d dan *fikosianin* (berwarna biru)
Spine	: Duri yang terdapat pada thallus rumput laut.
Spongeous	: Tekstur rumput laut yang berserabut seperti spons
Spora	: Alat perbanyakan tanaman yang terdiri atas satu sel atau lebih yang dapat tumbuh langsung atau tidak langsung menjadi tanaman baru.
Sporofit	: Suatu fase dalam daur hidup tanaman yang menghasilkan spora.
Stipe	: Bagian thallus rumput laut yang bentuknya menyerupai batang
Stolon	: Modifikasi batang pada tanaman yang tumbuh menyamping
Substrat	: Benda padat tempat organism hidup menempel.
Thalli	: Bagian tubuh rumput laut (jamak)

Thallophyta : Tumbuhan yang memiliki ciri utama tubuh berbentuk thallus

Thallus : Bagian vegetative tanaman yang berfungsi sebagai akar, batang dan daun.

Trichotomus : Sistem percabangan thallus dalam formasi 3-3 terus menerus.

Tubular net : Jaring berbentuk tabung.

Viskositas : Daya aliran molekul dalam sistem larutan.

Zat hara : Unsur kimia yang diperlukan untk pertumbuhan organisme

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

1. Pengertian

Penanaman rumput laut adalah ilmu yang mempelajari mengenai kegiatan memperbanyak/ memperbesar thallus rumput laut berdasarkan jenis rumput laut dan metode budidaya yang diterapkan sehingga dapat diperoleh hasil budidaya yang optimal.

2. Rasional

Tuhan telah menciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya, dalam kegiatan penanaman rumput laut keteraturan itu selalu ada. Oleh karena itu, segala sesuatu yang dipelajari dalam mata pelajaran teknik penanaman rumput laut membuktikan adanya kebesaran Tuhan.

Aktifitas manusia dalam kehidupan tidak lepas dari gejala atau fenomena alam, pada fenomena alam terdapat pertumbuhan makhluk hidup, pemangsaan, simbiosis dan hubungan lingkungan alam dengan makhluk hidup yang dipelihara.

Keadaan lingkungan alam merupakan faktor penting bagi kehidupan manusia, dan semua makhluk hidup. Lingkungan alam yang dijaga dengan baik maka akan memberikan ketenangan dan kenyamanan bagi kehidupan makhluk hidup.

3. Ruang Lingkup Materi

Materi yang akan dibahas dalam buku teks ini antara lain :

a. Jenis dan karakteristik rumput laut
b. Desain dan tata letak penanaman rumput laut
c. Sarana dan prasarana budidaya sesuai skala produksi
d. Metode penanaman rumput laut

e. Kebutuhan bibit rumput laut
f. Teknik penebaran/penanaman bibit rumput laut secara monokultur
g. Teknik pemeliharaan rumput laut
h. Teknik pengukuran pertumbuhan rumput laut
i. Identifikasi hama dan penyakit rumput laut
j. Teknik pengendalian hama dan penyakit rumput laut

B. Prasyarat

Sebelum mempelajari buku teks ini siswa diharapkan telah menyelesaikan dan mata pelajaran dasar program keahlian antara lain :

1. Dasar-dasar budidaya perairan
2. Pengelolaan kualitas air
3. Kesehatan biota air
4. Produksi pakan alami
5. Produksi pakan buatan
6. Simulasi digital

C. Petunjuk Penggunaan

1. Prinsip-prinsip Belajar

a. Berfokus pada student (*student center learning*),
b. Peningkatan kompetensi seimbang antara pengetahuan, keterampilan dan sikap
c. Kompetensi didukung empat pilar yaitu : inovatif, kreatif, afektif dan produktif

2. Pembelajaran

a. Mengamati (melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak)
b. Menanya (mengajukan pertanyaan dari yang faktual sampai ke yang bersifat hipotesis
c. Pengumpulan data (menentukan data yang diperlukan, menentukan sumber data, mengumpulkan data

d. Mengasosiasi (menganalisis data, menyimpulkan dari hasil analisis data)
e. Mengkomunikasikan (menyampaikan hasil konseptualisasi dalam bentuk lisan, tulisan diagram, bagan, gambar atau media)

3. Penilaian/*asessmen*

a. Penilaian dilakukan berbasis kompetensi,
b. Peniaian tidak hanya mengukur kompetensi dasar tetapi juga kompetensi inti dan standar kompetensi lulusan.
c. Mendorong pemanfaatan portofolio yang dibuat siswa sebagai instrument utama penilaian kinerja siswa pada pembelajaran di sekolah dan industri.
d. Penilaian dalam pembelajaran teknik penanaman rumput laut dapat dilakukan secara terpadu dengan proses pembelajaran.
e. Aspek penilaian pembelajaran teknik penanaman rumput laut meliputi hasil belajar dan proses belajar siswa.
f. Penilaian dapat dilakukan dengan menggunakan tes tertulis, observasi, tes praktik, penugasan, tes lisan, portofolio, jurnal, inventori, penilaian diri, dan penilaian antar teman.
g. Pengumpulan data penilaian selama proses pembelajaran melalui observasi juga penting untuk dilakukan.
h. Data aspek afektif seperti sikap ilmiah, minat, dan motivasi belajar dapat diperoleh dengan observasi, penilaian diri, dan penilaian antar teman.

D. Tujuan Akhir

Pada akhir pembelajaran diharapkan siswa dapat menguasai dan kompeten untuk melakukan teknik penanaman rumput laut dengan dengan menggunakan pendekatan *scientific learning* untuk memenuhi kempetensi inti dan kompetensi dasar dengan keseimbangan sikap, pengetahuan dan keterampilan.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya. 1.2 Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran teknik penanaman rumput laut sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1 Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran teknik penanaman rumput laut 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi pembelajaran teknik penanaman rumput laut 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium/lahan praktek sebagai hasil implementasi dari pembelajaran teknik penanaman rumput laut 2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran teknik penanaman rumput laut 2.5 Menjalankan perilaku ilmiah

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
	(memiliki rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, hati-hati, bertanggung jawab, terbuka, kritis, kretaif, inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan diskusi dalam mata pelajaran teknik penanaman rumput laut. 2.6 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan
3. Memahami , menerapkan dan menganalisis pengetahuan **faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif** berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menganalisis jenis dan karakteristik rumput laut ekonomis penting 3.2 Menganalisis desain dan tata letak penanaman rumput laut 3.3 Menerapkan teknik penanaman rumput laut 3.4 Menganalisis pemeliharaan rumput laut 3.5 Menganalisis pengendalian hama penyakit rumput laut
4. Mengolah, menalar dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah	4.1 Mengolah, menalar dan menyajikan jenis dan

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	karakteristik rumput laut ekonomis penting 4.2 Mengolah, menalar dan menyajikan desain dan tata letak penanaman rumput laut 4.3 Melakukan teknik penanaman rumput laut 4.4 Melakukan pemeliharaan rumput laut 4.5 Melakukan pengendalian hama penyakit rumput laut

F. Cek Kemampuan Awal

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini sesuai dengan kemampuan yang dimiliki dengan sejujurnya, dengan cara memberikan tanda pada kolom dibawah Ya atau Tidak

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah anda dapat mengidentifikasi jenis dan karakteristik rumput laut?		
2.	Apakah anda dapat menentukan lokasi untuk penanaman rumput laut?		
3.	Apakah anda dapat menentukan desain dan tata letak penanaman rumput laut		
4.	Apakah anda dapat membuat desain dan tata letak penanaman rumput laut?		
5.	Apakah anda dapat mengidentifikasi prasarana budidaya rumput laut sesuai skala produksi?		
6.	Apakah anda dapat mengidentifikasi sarana budidaya rumput sesuai skala produksi?		
7.	Apakah anda dapat menentukan metode		

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
	penanaman rumput laut yang akan digunakan sesuai kebutuhnnya?		
8.	Apakah anda dapat menghitung kebutuhan bibit rumput laut?		
9.	Apakah anda dapat melakukan teknik penebaran/ penanaman bibit rumput laut secara monokultur?		

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Jenis dan Karakteristik Rumput Laut

A. Deskripsi

Jenis dan karakteristik rumput laut merupakan materi dasar tentang pengenalan dan pemahaman rumput laut mulai dari perbedaan rumput laut sebagai makroalga yang berbeda dengan tumbuhan tingkat tinggi, jenis-jenis rumput laut hingga karaktersitik rumput laut komersial yang memiliki nilai jual tinggi. Sebelum anda melakukan penanaman atau budidaya rumput laut, sebaiknya anda memahami terlebih dahulu tentang berbagai jenis dan karakteristik rumput laut. Pada materi jenis dan karakteristik rumput laut akan dipelajari beberapa materi pendukung antara lain :

1. Jenis dan karakteristik rumput laut berdasarkan percabangan *thallus*nya
2. Jenis dan karakteristik rumput laut berdasarkan kandungan pigmennya
3. Jenis dan karakteristik rumput laut berdasarkan kandungan koloidnya

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Siswa yang telah mempelajari topik ini diharapkan mampu :

a. Menganalisis jenis dan karakteristik rumput laut berdasarkan percabangan *thallus*nya
b. Menganalisis jenis dan karakteristik rumput laut berdasarkan kandungan pigmennya
c. Menganalisis jenis dan karakteristik rumput laut berdasarkan kandungan koloidnya

2. Uraian Materi

Pernahkah anda mengkonsumsi rumput laut? baik yang masih berbentuk segar atau pun yang telah berubah bentuk? mungkin tanpa kalian sadari dalam

kehidupan sehari-hari kita sering sekali bersinggungan dengan rumput laut. tahukah kalian bila pasta gigi, kapsul obat, kosmetik hingga saus yang menemani makan kita menggunakan rumput laut sebagai salah satu bahan dasarnya? apalagi agar-agar, manisan, jelly yang sangat digemari oleh anak-anak? Semua itu merupakan hasil olahan dari rumput laut.

Komoditas rumput laut merupakan salah satu komoditas yang masuk dalam program revitalisasi perikanan. Dua alasan penting rumput laut tersebut menjadi pilihan. Pertama, pasar produk derivatif dalam bentuk *food grade* dan *nonfood grade* sangat bervariasi dan permintaan pasar dunia terhadap produk ini cukup tinggi. Kedua, penguasaan teknologi budidaya (sistem rakit atau *long line*) mudah diadopsi oleh pembudidaya Komersial, bisnis rumput laut terus berkembang pada beberapa lokasi di Indonesia, seperti: di Jawa Timur (Kabupaten Sumenep), di Gorontalo (Kabupaten Gorontalo Utara, Kabupaten Boalemo, dan Kabupaten Pahuwato), di NTT (sekitar pulau Sabu), Sulawesi Selatan (Kabupaten Takalar), NTB serta Bali. Namun, struktur pasar komoditi ini sangat tertutup, sehingga resiko pedagang cukup tinggi.

Pengamatan

Coba anda amati perbedaan dan persamaan rumput laut dengan tumbuhan tingkat tinggi! Pengamatan meliputi beberapa aspek, minimal bentuk morfologinya, bagian-bagian tubuhnya, tekstur tubuhnya, dan habitat hidupnya
Tabel 1. Pengamatan perbedaan rumput laut dengan tumbuhan tingkat tinggi

Tabel 1. Pengamatan perbedaan rumput laut 1

No	*Bagian Tanaman*	*Perbedaan*	
		Rumput Laut	*Tanaman tingkat tinggi*
	Mis. batang		
	Mis. daun		
	Mis. akar		
	dst		

Tabel 2. Pengamatan persamaan rumput laut dengan tumbuhan tingkat tingi 1

No	*Bagian Tanaman*	*Persamaan*	
		Rumput Laut	*Tanaman tingkat tinggi*
	Mis. batang		
	Mis. daun		
	Mis. akar		
	dst		

Mengumpulkan Informasi

Setelah anda melakukan pengamatan, coba anda kumpulkan informasi dari berbagai sumber mengenai perbedaan rumput laut dengan tanaman

Rumput laut adalah tumbuhan ganggang multiseluler yang hidup di perairan dan tergolong ke dalam divisi **Thallophyta**. Divisi ini meliputi tumbuh-tumbuhan yang memiliki ciri utama tubuh yang berbentuk talus. Tumbuhan talus merupakan tumbuhan yang struktur tubuhnya masih belum bisa dibedakan antara akar, batang dan daun. Sedangkan tumbuhan yang sudah dapat dibedakan antara akar, batang dan daun disebut dengan tumbuhan kormus. Ciri lain dari tumbuhan talus ini adalah tersusun oleh satu sel yang berbentuk bulat hingga banyak sel yang kadang-kadang mirip dengan tumbuhan tingkat tinggi (sudah mengalami diferensiasi). Cara hidup pada tumbuhan talus ada tiga cara yaitu :

autotrof (asimilasi dengan fotosintesis), heterotrof dan simbiosis. Divisi Thallophyta memiliki 3 sub divisi antara lain ganggang (alga), jamur (fungi), lumut kerak (*lichens*). Rumput laut termasuk ke dalam sub divisi ganggang (alga) khususnya makroalga.

Keseluruhan bagian tubuh dari rumput laut merupakan *thallus*, bentuk *thallus* rumput laut ada bermacam-macam, ada yang berbentuk silindris, lembaran, bulat seperti kantung, menempel seperti kerak bahkan serabut-serabut seperti rambut dan lain sebagainya. *Thallus* ini ada yang tersusun hanya oleh satu sel (*uniseluler*) atau banyak sel (*multiseluler*). Berbagai contoh bentuk thalus rumput laut dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.

(a) (b)

(c) (d)

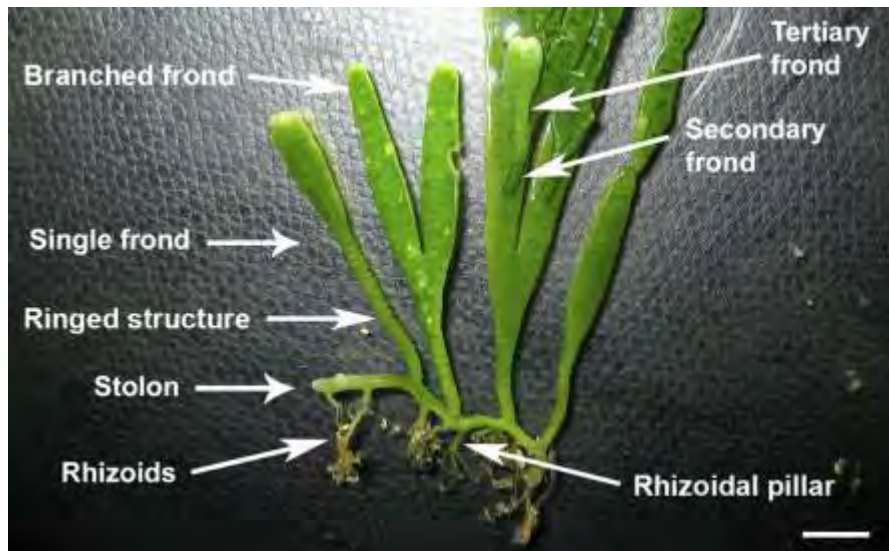
Gambar 1. Berbagai bentuk thallus rumput 1 (a) silindris, (b) lembaran, (c) bulat, dan (d) serabut

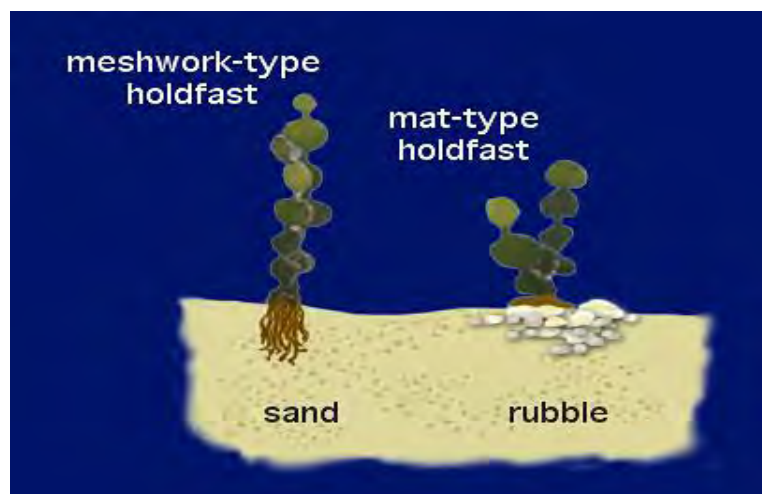
Thallus rumput laut ada juga yang berbentuk menyerupai tumbuhan tingkat tinggi yang seolah-olah memeiliki daun, akar batang dan buah. Namun, walaupun

tampaknya ada perbedaan morfologis seperti akar, batang dan daun tetapi itu hanya bersifat semu saja karena fungsinya sama.

Bagian tubuh rumput laut secara sederhana terdiri dari *thallus* yang menyerupai batang serta *holdfast* yang menyerupai akar yang berfungsi sebagai alat pelekat atau penumpu pada substrat sehingga tumbuhnya dapat kuat dan menetap, jadi bukan untuk menyerap makanan dari substrat seperti halnya fungsi akar pada tumbuhan tingkat tinggi. Dibawah ini gambar bagian-bagian thalus rumput laut yang menyerupai tumbuhan tingkat tinggi (Gambar 2).

Gambar 2. Morfologi rumput laut 1

Beberapa jenis rumput laut ada yang hdup dengan menjalar dengan *stolon* dan *rhizoid* yang digunakan untuk melekat pada substrat. umumnya rumput laut jenis ini hidup secara berkoloni di perairan yang berombak tenang atau pesisir pantai. Contohnya pada *Caulerpa* sp, Berikut dibawah ini gambar bagian-bagian morfologi rumput laut.

Gambar 3. Bagian-bagian rumput laut 1

Holdfast rumput laut bentuknya juga bermacam-macam, bentuk *holdfast* yang berfungsi sebagai perekat rumput laut pada substrat dapat dijadikan indikator pada identifikasi kehidupan rumput laut tersebut di alam. Rumput laut yang hidup di perairan berbatu biasanya memiliki *holdfast* yang kokoh, sedangkan rumput laut yang hidup pada dasar perairan berupa pasir umumnya memiliki *holdfast* yang relatif lebih halus. Bentuk *holdfast* dapat dilihat pada gambar di bawah ini

(a)

(b)

(c)

Gambar 4. Holdfast pada rumput laut (a) karakter holdfast (b) holdfast rumput laut yang hidup di perairan berpasir (c) *holdfast* rumput laut yang hidup di perairan berbatu 1

Eksplorasi

Gambarlah beberapa jenis rumput laut, lalu identifikasi masing-masing bagian tubuhnya, serta jelaskan fungsinya bagi kehidupan rumput laut tersebut!

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan bentuk morfologi rumput laut dengan habitat hidupnya!

Mengkomunikasi

Sampaikan kepada teman-teman anda mengenai hasil pengamatan dan identifikasi bagian tubuh rumput laut, samakah pendapat anda dengan pendapat teman-teman anda yang lain?

a. Pengelompokkan rumput laut berdasarkan percabangan *thallus*

Jenis-jenis rumput laut tersebut dapat juga dibedakan berdasarkan percabangan *thallus* yaitu :

1) Tidak bercabang

   Thallus tumbuh memanjang atau menjalar dan tidak memiliki percabangan.

Gambar 5. Thallus rumput laut yang tidak bercabang 1

2) *Dichotomous* (Bercabang dua)

   Tiap – tiap *thallus* yang tumbuh akan memiliki cabang dan dari cabang ini akan muncul cabang lagi dan begitu seterusnya.

Gambar 6. Thallus rumput laut bercabang dua 1

3) *Pinnate alternate*

   Thallus tumbuh bercabang dua – dua sepanjang *thallus* utama secara berselang-seling (berganti-ganti)

Gambar 7. Thallus rumput laut bercabang dua secara selang-seling 1

4) *Pinnate distichous*

   Thallus tumbuh bercabang dua - dua sepanjang *thallus* utama secara beraturan

Gambar 8. Pertumbuhan thallus secara beraturan 1

5) *Tetratichous*

   Thallus tumbuh dengan memiliki percabangan empat-empat sepanjang *thallus* utama

Gambar 9. Thallus bercabang empat 1

6) *Ferticillate*

   Cabang-cabang *thallus* tumbuh dengan melingkari *thallus* sebagai sumbu utama

Gambar 10. Cabang tumbuh melingkari thallus 1

7) *Polystichous*

   Cabang – cabang *thallus* tumbuh pada *thallus* utama secara tidak beraturan (banyak cabang pada *thallus* utama)

Gambar 11. Thallus tidak beraturan 1

8) *Pectinate*

   Cabang – cabang *thallus* tumbuh pada satu sisi *thallus*

Gambar 12. Cabang tumbuh pada salah satu sisi thallus 1

9) *Monopodial*

Cabang tumbuh satu-satu pada tiap *thallus*

Gambar 13. Cabang satu-satu pada tiap thallus 1

10) *Sympodial*

Percabangan pada *thallus* tumbuh searah dan bias lebih dari satu cabang pada masing-masing *thallus*

Gambar 14. Thallus tumbuh searah dan cabang pada masing-masing thallus 1

Rumput laut ini, termasuk tumbuhan yang dalam proses metabolismenya memerlukan kesesuaian faktor-faktor fisika dan kimia perairan seperti gerakan air, suhu, kadar garam, nutrisi atau zat hara seperti nitrat dan fosfat, dan pencahayaan sinar matahari. Dalam pertumbuhannya, zat hara diserap dari media air melalui seluruh kerangka tubuhnya yang biasa disebut "*thalli*" (jamak) atau "*thallus*" (tunggal), sedangkan proses fotosintesis berlangsung

dengan bantuan sinar matahari yang menembus ke perairan di tempat pertumbuhannya.

Ekplorasi
Setelah anda mengamati dan mengumpulkan informasi tentang karakter rumput laut ditinjau dari pola percabangan sekarang dapatkah anda menyebutkan beberapa contoh rumput laut dari masing-masing pola percabangan!

Tabel 3. Pengamatan percabangan rumput laut 1

No	***Percabangan***	***Contoh rumput laut***	***Gambar***
1	*Tidak bercabang*		
2	*Dichotomus*		
3	*Pinnate alternate*		
4	*Pinnate distichous*		
5	*Tetratichous*		
6	*Ferticillate*		
7	*Polystichous*		
8	*Pectinate*		
9	*Monopodial*		
10	*Sympodial*		

Sifat substansi *thalus* juga beranekargam, ada yang lunak, seperti gelatin (*gelatinous*), keras diliputi atau mengandung zat kapur (*calcareous*), lunak bagaikan tulang rawan (*cartilaginous*), berserabut (*spongeous*) dan sebagainya.

Gambar 15. Thallus rumput laut berdasarkan substansinya (a) gelatinous, (b) calcareous (c) cartilogenous dan (d) spongeous 1

Eksplorasi

Rumput laut juga dikelompokkan berdasarkan substansinya, sekarang coba identifikasi dan sebutkan beberapa contoh rumput laut dengan substansi yang berbeda!

Tabel 4. Pengamatan substansi rumput laut 1

No	*Substansi*	*Ciri-ciri*	*Contoh*
1	*Gelatinous*		
2	*Calcareous*		
3	*Cartilogenous*		
4	*Spongeous*		

b. Pengelompokan rumput laut berdasarkan kandungan pigmen

Rumput laut dibagi menjadi tiga kelas, berdasarkan kandungan pigmennya yang paling menonjol, yaitu, pigmen hijau untuk *Chlorophyceae*, pigmen coklat untuk *Phaeophyceae* dan pigmen merah untuk *Rhodophyceae*. Kelompok ini yang tumbuh di laut diperkirakan ada sekitar 9000 jenis yang masing-masing adalah sekitar 6000 jenis *Rhodophyceae*, 2000 jenis *Phaeophyceae* dan 1000 jenis *Chlorophyceae*.

Pengamatan

Pernahkan anda mengamati warna rumput laut? rumput laut memeiliki warna yang berbeda-beda untuk setiap jenisnya, namun terkadang satu jenis rumput laut memiliki warna yang berbeda. Sekarang carilah beberapa jenis rumput laut yang memiliki perbedaan warna, dapatkah anda menjelaskan mengapa terdapat perbedaan warna pada rumput laut?

Tabel 5. Pengamatan perbedaan warna pada rumput laut 1

No	*Jenis rumput laut*	*Warna*

Mengumpulkan Informasi

Dari hasil pengamatan yang telah anda lakukan, anda akan memperoleh warna yang berbeda pada setiap jenis, sekarang coba anda kumpulkan informasi dari berbagai sumber untuk menemukan jawaban dari perbedaan warna tersebut!

1) *Rhodophyceae (alga merah)*

Rhodophyceaea (alga merah) umumnya berwarna merah karena adanya protein *fikobilin*, terutama *fikoeritrin*. *Rhodophyceaea* memiliki warna yang bervariasi mulai dari merah ke coklat atau kadang-kadang hijau karena jumlah pigmen yang terkandung dalam *thallus* berbeda-beda.

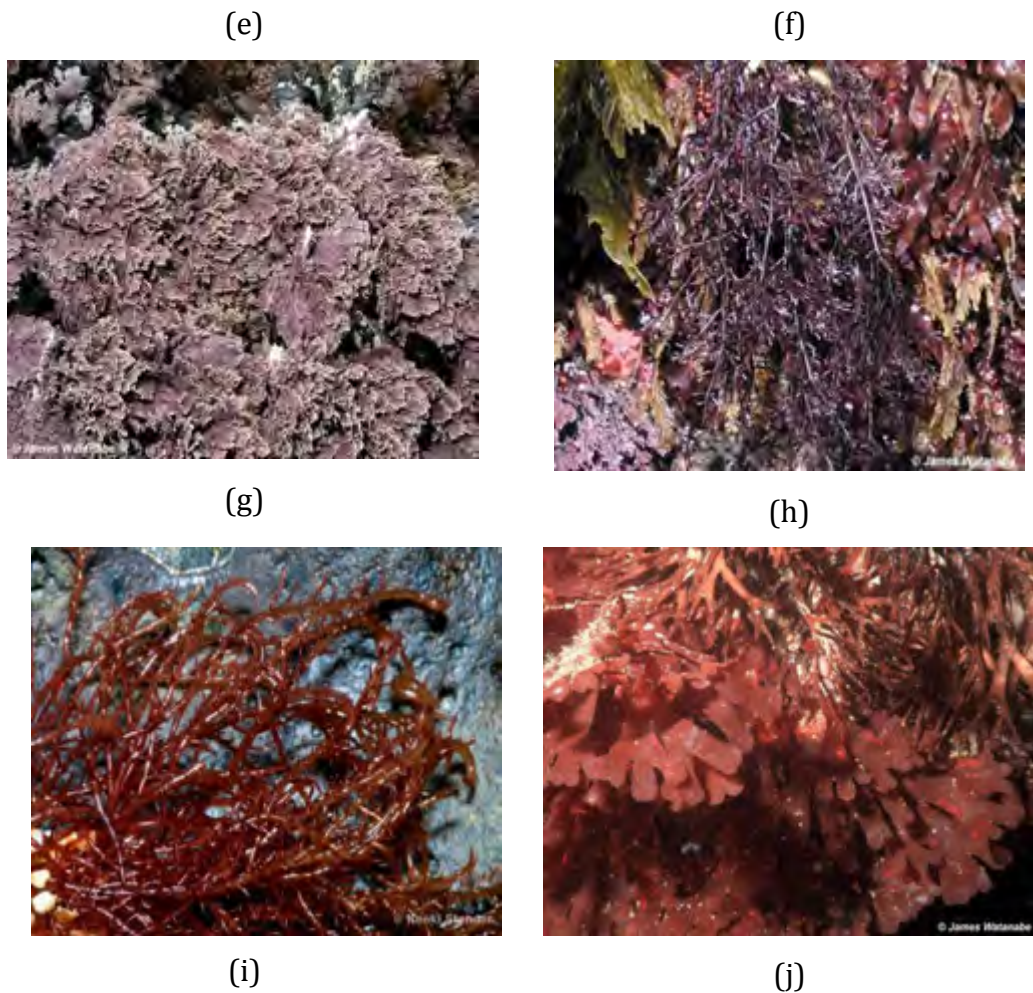
Dinding sel terdiri dari *sellulosa* dan gabungan *pektik*, seperti agar-agar, karaginan dan *fursellarin*. Hasil makanan cadangannya adalah karbohidrat yang kemerah-merahan. Ada perkapuran di beberapa tempat pada beberapa jenis. Jenis dari divisi ini umumnya makroskopis, berbentuk filamen, sipon, atau bentuk *thallus*, beberapa dari mereka bentuknya seperti lumut.

Secara umum alga dari devisi ini ditandai oleh sifat-sifat sebagai berikut :

a) Dalam reproduksinya tidak mempunyai stadia gamet berbulu cambuk
b) Reproduksi seksual dengan karpogonia dan spermatia
c) Pertumbuhannya bersifat uniaksial (satu sel diujung *thallus*) dan multikasial (banyak sel diujung *thallus*).
d) Alat perekat (*holdfast*) terdiri dari sel tunggal atau sel banyak.
e) Mengandung pigmen fotosintetik berupa *xantofil, karoten*, dan *fikobilin* terutama *r-fikoeritrin* (berwarna merah), klorofil a dan d dan *fikosianin* (berwarna biru)
f) Bersifat adaptasi kromatik, yaitu memiliki penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan dan dapat menimbulkan berbagai warna pada thalli seperti : merah tua, merah muda, pirang, coklat kuning dan hijau.
g) Memilki persediaan makanan berupa kanji (*floridean starch*).
h) Dalam dinding selnya terdapat selulosa, agar, karaginan, porpiran dan fulselaran.
i) Bentuk thalli ada yang silindris (*Gelidium latifolium*), pipih (*Gracillaria folifera*) dan lembaran (*Dictyopteris* sp.)
j) Sistem percabangan *thalli* ada yang sederhana, kompleks,dan juga ada yang berselang – seling.

Rhodophyceae terdiri dari jenis-jenis yang sangat komplek. Tempat tumbuhnya berupa batuan atau karang, terutama di daerah pasang surut dan dapat hidup sampai kedalaman 170 m dari permukaan laut (Mc Connaugey, 1983). *Rhodophyceae* lebih tersebar dibandingkan dengan alga coklat, beberapa speciesnya dapat tumbuh di daerah tropik.

Demikian juga bentuk *thallus* dari alga ini lebih kecil jika dibandingkan dengan alga coklat.

Contoh dari alga *rhodophyceae* yang memiliki nilai ekonomis tinggi antara lain : *Eucheuma denticulatum* (sinonim *Eucheuma spinosum*), *Eucheuma edule, Eucheuma cottonii* (sinonim *Eucheuma alvarezii, Kappaphicus alvarezii* Doty), *Eucheuma serra, Gracilaria coronopifolia, Gracilaria folifera, Gracilaria gigas, Gracillaria verucossa, Porphyra spp, Gigartina affinis, Gelidium* spp, *Hypnea* spp. Namun hanya ***Eucheuma cottonii*** dan ***Gracilaria verucossa*** saja yang telah banyak dibudidayakan di Indonesia.

Gambar 16. Beberapa jenis rhodophyceae (a) Cryptopleura ruprechtiana, (b) Hymenena flabelligera, (c) Cryptosiphonia woodii, (d) *Chondracanthus exasperus,* (e) *Gracillaria verucosa,* (f) *Eucheuma cottonii,* (g) *Corallina* sp, (h) *Gelidium robustum,* (i) *Hypnea musciformis,* *dan (j) Rhodymenia californica* [1]

Kadi dan Atmaja (1988) memberikan ciri-ciri umum dari *Eucheuma* adalah sebagai berikut : *thalli* bulat silindris atau pipih, berwarna merah, merah-coklat, hijau-kuning dan sebagainya, bercabang berselang tidak teratur, dikotomus atau trikotomus, mempunyai benjolan-benjolan (*blunt nodule*) atau duri-duri (*spine*), substansi *thalli gelatinus* dan atau *kartilogenus.*

Eksplorasi

Setelah anda membaca dan mengumpulkan informasi tentang Rhodophycea (alga merah), sekarang coba anda kumpulkan dan sebutkan beberapa contoh Rhodophycea yang anda temui di daerah anda. Lalu lakukan eksplorasi, pengamatan lebih lanjut tentang bagian-bagian tubuhnya, karakteristik thallusnya, jika memungkinkan buatlah sayatan melintang dan memanjang terhadap thallus masing-masing jenis rumput laut tersebut, lalu amati dibawah mikroskop dan catat hasilnya pada tabel berikut ini !

Tabel. Pengamatan karakteristik Rhodophycea

No	*Jenis alga merah*	*Karakteristik*			*Gambar sayatan*	
		Warna dominan	*Substansi thallus*	*Percabangan*	*Melintang*	*Memanjang*

2) *Phaeophyceae* (alga coklat)

Phaeophyceae atau alga coklat lebih dikenal sebagai *klep* atau "*rockweed*", merupakan rumput laut penghasil *alginate*. Hampir semua jenis ini hidup di laut dan melekat pada suatu substrat yang keras. Cadangan makanannya terutama berupa karbohidrat yang disebut laminarin. Rumput laut jenis ini dijumpai hampir di semua lautan dengan kedalaman tidak lebih dari 20 m (Mc Connaugey, 1970).

Kelompok alga coklat memiliki bentuk yang bervariasi dan sebagian besar jenis-jenisnya berwarna coklat atau pirang. Warna tersebut tidak berubah walaupun alga ini mati atau kekeringan. Hanya pada beberapa jenis diantaranya, misal pada *Sargassum*, warnanya akan sedikit berubah menjadi hijau kebiru-biruan apabila mati kekeringan. Sebagian besar alga

coklat memiliki gelembung udara pada *thallus*nya yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan dalam air.

Pemanfaatan komersial terhadap alga coklat ini belum banyak. Namun akhir-akhir ini sudah mulai diperhatikan dan mulai diteliti sebagai sumber koloid berupa *alginat* dan yodium (*iodin*). *Alginat* merupakan koloid yang bermanfaat bagi industri makanan dan obat-obatan.

Ciri-ciri umum alga coklat adalah :

a) *Thallus* berbentuk lembaran (*Padina australis*), bulatan (*Sargassum duplicatum*) atau batangan (*Dictyota bartayresiana*) yang bersifat lunak atau keras
b) Berwarna pirang atau coklat
c) Mengandung pigmen fotosintetik yaitu *carotene, fucoxantin, klorofil a* dan *klorofil c*
d) Produk fotosintetiknya adalah polisakarida berupa *laminaran, manitol* dan *alginate*
e) Perkembangbiakan dilakukan secara aseksual dan seksual, dengan sistem reproduksi memiliki *flagella*, tumbuhan jantan dan betina ada yang terpisah dan ada yang tidak

Sargassum adalah salah satu rumput laut coklat yang sangat potensial untuk dibudidayakan di Indonesia. *Sargassum* merupakan rumput laut dengan *thallus* bercabang seperti jari dan merupakan tanaman perairan yang berwarna coklat, berukuran relatif besar, tumbuh dan berkembang pada substrat dasar yang kuat. Bagian atas tanaman menyerupai semak yang berbentuk simetris bilateral atau radial serta dilengkapi dengan bagian-bagian untuk pertumbuhan (Atmadja *et al*., 1996).

Contoh dari rumput laut coklat (Phaeophyphyta) antara lain *Sargassum binderi, Sargassum duplicatum = Sargassum cristaefolium* C.A Agardh, *Sargassum polycystum = Sargassum microphyllum* C.A. Agardh, *Turbinaria*

conoides (J. Agardh) Kuetzing, *Padina australis* = *Padina gymnospora* (Kuetzing) Vickers, *Fucus sp, Laminaria digitata.*

Gambar 17. (a) Sargassum crassifolium.gif, (b) *Sargassum binderi*.gif, (c) *Turbinaria ornate,* (d) *Padina australis,* (e) *Fucus sp,* dan (f) *Laminaria digitata* 1

Eksplorasi

Setelah anda membaca dan mengumpulkan informasi tentang Phaeophycea (alga coklat), lakukan hal yang sama dengan eksplorasi pada rhodophycea (alga merah), sekarang coba anda kumpulkan dan sebutkan beberapa contoh phaeophycea yang anda temui di daerah anda. Lalu lakukan eksplorasi, pengamatan lebih lanjut tentang bagian-bagian tubuhnya, karakteristik thallusnya, jika memungkinkan buatlah sayatan melintang dan memanjang terhadap thallus masing-masing jenis rumput laut tersebut, lalu amati dibawah mikroskop dan catat hasilnya pada tabel berikut ini !

Tabel. Pengamatan karakteristik Phaeophycea

No	*Jenis alga coklat*	*Karakteristik*			*Gambar sayatan*	
		Warna dominan	*Substansi thallus*	*Percabangan*	*Melintang*	*Memanjang*

3) ***Chlorophyceae* (alga hijau)**

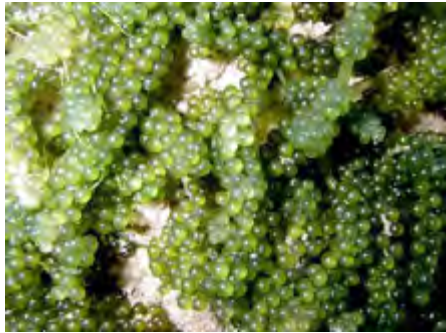
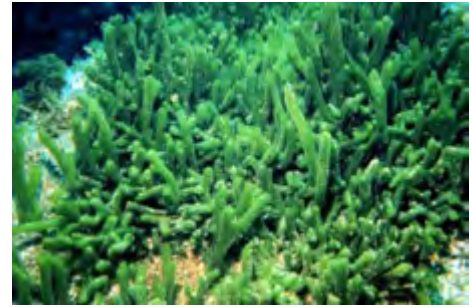
Alga hijau merupakan kelompok terbesar dari vegetasi alga. Alga hijau termasuk dalam divisi *chlorophyceae* bersama *charophyceae*. Divisi ini berbeda dengan divisi lainnya karena memiliki warna hijau yang jelas seperti pada tumbuhan tingkat tinggi karena mengandung pigmen *klorofil a* dan *klorofil b* lebih dominan dibandingkan *karotin* dan *xantofil*. Hasil asimilisasi beberapa amilum, penyusunnya sama pula seperti pada tumbuhan tingkat tinggi yaitu *amilose* dan *amilopektin*.

Alga ini merupakan kelompok alga yang paling beragam, karena ada yang bersel tunggal, berkoloni, dan bersel banyak. Alga ini banyak terdapat di danau, kolam, tetapi banyak juga yang hidup di laut. Alga hijau meliputi sebanyak 7.000 spesies, baik yang hidup di air maupun di darat. Sejumlah

ganggang hijau tumbuh dalam laut, namun golongan ini secara keseluruhan lebih khas bagi ganggang air tawar. Alga hijau tidak menunjukkan derajat diferensiasi yang tinggi, sebatang tumbuhan biasanya merupakan bentuk bersel tunggal atau juga koloni-koloni yang berfilamen atau tanpa filamen. Pada beberapa genus misalnya selada laut (*Ulva*) dan semak batu (*Nitelia chara*), tubuhnya lebih kompleks tetapi berukuran lebih kecil jika dibandingkan alga merah dan alga coklat yang berukuran besar sekalipun. Alga hijau sepanjang hidupnya dapat terapung bebas atau melekat.

Ciri-ciri umum alga hijau (rumput laut/ *makroalga*) adalah :

a) Berwarna hijau
b) *Thallus* berbentuk lembaran (*Ulva lactuca*), batangan (*Caulerpa corynophora*) atau bulatan (*Caulerpa sertlariodes*) yang bersifat lunak, keras atau *siphonous* terdiri dari *uniseluler* atau *multiseluler*.
c) Rumpun berbagai bentuk dari yang sederhana hingga yang kompleks seperti tumbuhan tingkat tinggi seperti tanaman yang menjalar.
d) Mengandung pigmen fotosintetik, klorofil a dan b, *carotene*, *xantofil* dan *lutein.*
e) Produk fotosintetiknya berupa *starch* (kanji).
f) Perkembangbiakan dengan perkawinan vegetatif, gamet jantan memiliki cambuk (*flagella*) untuk pergerakan aktif dalam proses pembuahan

Contoh dari alga hijau antara lain *Caulerpa lentillifera* C.A. Agardh, *Caulerpa racemosa* var *macrophysa* (Kutzing) Taylor, *Caulerpa sertulariodes, Codium decorticatum, Halimeda copiosa, Ulva reticulata Forsskal.*

Gambar 18. (a) Caulerpa lentillifera C.A Agardh, ***(b) Caulerpa racemosa*** **var** ***ufivera,*** **(c)** ***Caulerpa sertulariodes,*** **(d)** ***Codium decorticatum,*** **(e)** ***Halimeda copiosa,*** **dan (f)** ***Ulva reticulata*** **1**

Pengelompokkan rumput laut menurut perbedaan warna tersebut adalah didasarkan atas perbedaan kandungan pigmennya. Rumput laut kelompok merah memiliki pigmen dominan fikoeretrin (*phycoerethrin*) dan fikosianin (*phycocyanin*) yang menimbulkan warna merah, walaupun pada kenyataannya di alam menunjukkan variasi warna lain seperti hijau, ungu dan coklat tua karena sifat adaptik kromatiknya. Sebagai indikasi bahwa itu adalah rumput laut merah, yaitu apabila terjemur sinar matahari akan tampak berubah warna asalnya menjadi merah-ungu, kemudian menjadi putih karena kehilangan pigmennya. Pigmen yang dominan pada rumput laut

kelompok coklat adalah *fucoxantin*, sedangkan pigmen yang dominan pada rumput laut kelompok hijau adalah klorofil b.

Eksplorasi

Setelah anda membaca dan mengumpulkan informasi tentang Chlorophycea (alga coklat), lakukan hal yang sama dengan eksplorasi pada rhodophycea (alga merah) dan phaeophycea (alga coklat), sekarang coba anda kumpulkan dan sebutkan beberapa contoh chlorophycea yang anda temui di daerah anda. Lalu lakukan eksplorasi, pengamatan lebih lanjut tentang bagian-bagian tubuhnya, karakteristik thallusnya, jika memungkinkan buatlah sayatan melintang dan memanjang terhadap thallus masing-masing jenis rumput laut tersebut, lalu amati dibawah mikroskop dan catat hasilnya pada tabel berikut ini !

Tabel. Pengamatan karakteristik Chlorophycea

No	*Jenis alga hijau*	*Karakteristik*			*Gambar sayatan*	
		Warna dominan	*Substansi thallus*	*Percabangan*	*Melintang*	*Memanjang*

Mengasosiasi

Setelah anda melakukan pengamatan dan eksplorasi terhadap rumput laut jenis rhodophycea, phaeophycea dan chloriophycea, coba anda diskusikan hasil yang telah anda peroleh dengan kelompok anda. Buatlah paparan dan laporkan hasilnya didepan kelas!

c. Pengelompokkan rumput laut berdasarkan kandungan koloid

Rumput laut dapat dikelompokkan berdasarkan kandungan koloid yang terkandung didalamnya. Koloid adalah suatu campuran zat heterogen antara

dua zat atau lebih di mana partikel-partikel zat yang berukuran koloid tersebar merata dalam zat lain. Ukuran koloid berkisar antara 1-100 nm (10,7 – 10,5 cm). Koloid juga merupakan sistem campuran "*metastabil*" (seolah-olah stabil, tapi akan memisah setelah waktu tertentu). *sitoplasma* sel merupakan koloid yang erat hubungannya dengan kehidupan kita. Rumput laut sebagai ganggang yang memiliki sel dalam tubuhnya mengandung koloid yang sifatnya unik. koloid yang terdapat dalam jaringan/sel tumbuhan dikenal dengan istilah fikokoloid. berdasarkan kandungan fikokoloid yang terkandung dalam rumput laut, maka rumput laut dikelompokkan menjadi 3, antara lain :

1) Karaginofit

Karaginofit adalah rumput laut yang mengandung bahan utama polisakarida karagin. Rumput laut yang banyak mengandung karaginan adalah dari marga *Eucheuma*. Karaginan ada tiga macam, yaitu iota karaginan dikenal dengan tipe spinosum, kappa karaginan dikenal dengan tipe *cottonii* dan lambda karaginan. Ketiga macam karaginan ini dibedakan karena sifat jeli yang terbentuk. Iota karaginan berupa jeli lembut dan fleksibel atau lunak. Kappa karaginan adalah jeli bersifat kaku dan getas serta keras. Sedangkan lambda karaginan tidak dapat membentuk jeli, tetapi berbentuk cair yang *viscous*. Tabel 1. dibawah ini menunjukkan jenis rumput laut karaginofit dengan fraksi karaginannya.

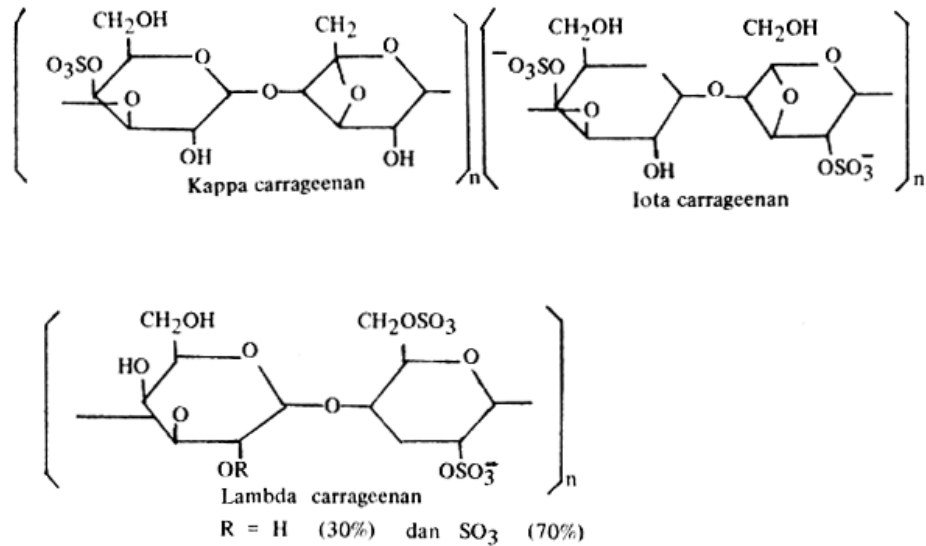
Tabel 6. Karaginan dari beberapa jenis alga (chapman &Chapman 1980) 1

Jenis algae karaginofit	Fraksi karaginan
Furcellaria fastigiata	Kappa
Agardhiella tenera	Iota
Eucheuma spinosum	Iota
Eucheuma cottonii	Kappa, Lambda
Anatheca montagnei	Iota
Hypnea musciformis	Kappa
Hypnea nidifica	Kappa
Hypnea setosa	Kappa
Chondrus crispus	Kappa, Lambda, Iota
Chondrus spp.	Lambda
Gigartina stellata	Lambda, Kappa, Iota

Gigartina acicularis	Lambda, Kappa
Gigartina pistillata	Lambda, Kappa
Iridea radula	Iridophyean,Kappa,
Phyllophora nervosa	Lambda
Gymnogongrus spp	Phyllophoran
Tichocarpus crinitus	Iota, Lambda, Kappa

Kappa karaginan tersusun dari α (1->3) D galaktosa-4 sulfat dan ß (1->4) 3,6 anhydro–D galaktosa. Disamping itu, karaginan sering mengandung D-galatosa-6 sulfat ester dan 3,6 anhydro-D galaktosa 2-sulfat ester. Adanya gugusan 6-sulfat dapat menurunkan daya gelasi dari karaginan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya transeliminasi gugusan 6-sulfat, yang menghasilkan terbentuknya 3,6 anhydro-D galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga bertambah.

Iota karaginan, ditandai dengan adanya 4-sulfat ester pada setiap gugusan 3,6 anhydro-D galaktosa. Gugusan 2-sulfat ester tidak dapat dihilangkan oleh proses pemberian alkali seperti halnya kappa karaginan. Iota karaginan sering mengandung beberapa gugusan 6-sulfat ester yang menyebabkan kurangnya keseragaman molekul yang dapat dihilangkan dengan pemberian alkali.

Lamda karaginan berbeda dengan kappa dan iota karaginan *disulphated* α (1->4) D galaktosa. Tidak seperti halnya pada kappa dan iota karaginan yang selalu memiliki gugus 4-phosphat ester, posisi dari sulfat terkait dapat dengan mudah ditentukan karaginan dengan bantuan *infrared spectrophotometer*. Perbedaan kappa, iota, dan lamda karaginan pada struktur kimianya dapat dilihat pada Gambar 19.

Gambar 19. Gugus kappa, iota dan lambda karaginan (Winarno, 1996) 1

Karaginan dibedakan dengan agar berdasarkan kandungan sulfatnya, karaginan mengandung minimal 18 % sulfat, sedangkan agar-agar hanya mengandung sulfat 3- 4 %, (Food Chemical Codex 1974 *dalam* Anonim 2007b). Karaginan terdapat dalam dinding sel rumput laut atau matriks intraselulernya dan karaginan merupakan bagian penyusun yang besar dari berat kering rumput laut merah dibandingkan dengan komponen yang lain. Jumlah dan posisi sulfat membedakan macam-macam polisakarida *Rhodophyceae*, seperti yang tercantum dalam Federal Register, polisakarida tersebut harus mengandung 20 % sulfat berdasarkan berat kering untuk diklasifikasikan sebagai karaginan. Berat molekul karaginan tersebut cukup tinggi yaitu berkisar 100 – 800 ribu kDa.

Sifat dasar karaginan terdiri dari tiga tipe karaginan, yaitu kappa, iota dan lambda karaginan. Tipe karaginan yang paling banyak dalam aplikasi pangan adalah kappa karaginan. Sifat-sifat karaginan meliputi kelarutan, viskositas, pembentukan gel dan stabilitas pH.

Karakteristik daya larut karaginan juga dipengaruhi oleh bentuk garam dari gugus ester sulfatnya. Jenis sodium umumnya lebih mudah larut, sementara jenis potasium lebih sukar larut. Hal ini menyebabkan kappa karaginan dalam bentuk garam potasium lebih sulit larut dalam air dingin dan diperlukan panas untuk mengubahnya menjadi larutan, sedangkan dalam bentuk garam sodium lebih mudah larut. Lambda karaginan larut dalam air dan tidak tergantung jenis garamnya (cPKelco ApS 2004). Daya kelarutan karaginan pada berbagai media dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 7. Daya kelarutan karaginan pada berbagai media pelarut 1

Medium	Kappa	Iota	Lambda
Air panas	Larut di atas 60°C	Larut di atas 60°C	Larut
Air dingin	Garam natrium, larut garam K, Ca, tidak larut	Garam Na, larut garam Ca *member disperse thixotropic*	Larut
Susu panas	Larut	Larut	Larut
Susu dingin	Garam Na, Ca, K tidak larut tetapi akan mengembang	Tidak larut	Larut
Larutan gula pekat	Panas, larut	Larut, sukar	Larut, panas
Larutan garam pekat	Tidak larut	Larut, panas	Larut, panas

Sumber : Winarno (1996)

Kappa dan iota karaginan dapat digunakan sebagai pembentuk gel pada pH rendah, tetapi tidak mudah terhidrolisis sehingga tidak dapat digunakan dalam pengolahan pangan. Penurunan pH menyebabkan terjadinya hidrolisis dari ikatan glikosidik yang mengakibatkan kehilangan viskositas. Hidrolisis dipengaruhi oleh pH, temperatur dan

waktu. Hidrolisis dipercepat oleh panas pada pH rendah (Moirano, 1977). Stabilitas karaginan dalam berbagai media pelarut dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 8. Daya kestabilan ketiga jenis karagian terhadap perubahan pH 1

Stabilitas	Kappa	Iota	Lambda
Pada keadaan pH netral dan alkali	Stabil	Stabil	Stabil
pH asam	Terhidrolisa bila dipanaskan Stabil dalam keadaan gel	Terhidrolisa Stabil dalam bentuk gel	Terhidrolisa

Sumber : Winarno (1996)

Karaginan sangat penting peranannya sebagai *stabilisator* (pengatur keseimbangan), *thickener* (bahan pengentalan), pembentuk gel, pengemulsi dan lain-lain. Sifat ini banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri lainnya. Perlu ditambahkan bahwa dewasa ini sekitar 80% produksi karaginan digunakan dalam produk makanan. Selain itu juga berfungsi sebagai stabilisator, pensuspensi, pengikat, *protective* (melindungi kolid), *film former* (mengikat suatu bahan), *syneresis inhibitor* (mencengah terjadinya pelepasan air) dan *flocculating agent* (mengikat bahan-bahan) (Anggadireja *et al.,* 1993).

Jenis rumput laut karaginofit yang potensial untuk dikembangkan adalah *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum.* Jenis rumput laut tersebut merupakan rumput laut yang secara luas diperdagangkan, baik untuk keperluan bahan baku industri di dalam negeri maupun untuk ekspor. Sedangkan *Eucheuma edule* dan *Hypnea* sp hanya sedikit sekali diperdagangkan dan tidak dikembangkan dalam usaha budidaya. *Hypnea*

sp biasanya dimanfaatkan oleh industri agar. Sebaliknya *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* dibudidayakan oleh masyarakat pantai. Dari kedua jenis tersebut *Eucheuma cottonii* yang paling banyak dibudidayakan karena permintaan pasarnya sangat besar.

Rumput laut *Eucheuma* sp di Indonesia umumnya tumbuh di perairan yang mempunyai rataan terumbu karang. la melekat pada substrat karang mati atau kulit kerang ataupun batu gamping di daerah intertidal dan subtidal. Tumbuh tersebar hampir diseluruh perairan Indonesia.

2) Agarofit

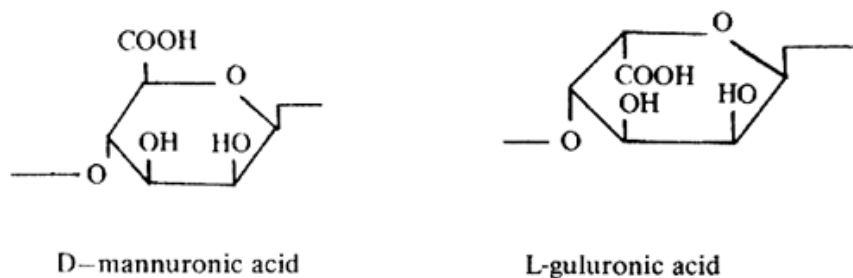
Agarofit adalah rumput laut yang mengandung bahan utama polisakarida agar-agar keduanya merupakan rumput laut merah (Rhodophyceae). Jenis-jenis rumput laut tersebut adalah *Gracilaria* spp. *Gelidium* spp. dan *Gelidiella* spp. Agar-agar merupakan senyawa kompleks polisakarida yang dapat membentuk jeli. Kualitas agar-agar dapat ditingkatkan dengan suatu proses pemurnian yaitu membuang kandungan sulfatnya. Produk ini dikenal dengan nama agarose.

Kualitas agar-agar yang berasal dari *Gelidium* sp/*Gelidiella* splebih tinggi dibanding dari *Gracilaria* sp. Dalam skala industri agar-agar dari *Gelidium* sp mutunya dapat ditingkatkan menjadi agarose, tetapi *Gracilaria* sp masih dalam skala laboratorium.

Jenis rumput laut potensial penghasil agarofit yang telah banyak dikembangkan secara luas adalah *Gracilaria* spp. Di Indonesia, *Gracilaria verrucosa* umumnya dibudidayakan di tambak. Jenis ini mempunyai *Thallus* berwarna merah ungu dan kadang-kadang berwarna kelabu kehijauan dengan percabangan *alternate* atau *dichotomy*, perulangan *lateral* berbentuk silindris, meruncing di ujung dan mencapai tinggi 1-3 cm serta berdiameter antara 0,5 - 2,0 mm (Soegiarto *et al*., 1978).

3) Alginofit

Alginofit adalah rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) yang mengandung bahan utama polisakarida alginat. Alginofit adalah jenis rumput laut penghasil alginat. Algin merupakan komponen utama dari getah ganggang coklat (*Phaeophyceae*), dan merupakan senyawa penting dalam dinding sel spesies ganggang yang tergolong dalam kelas *Phaeophyceae*. Secara kimia, algin merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier yang panjang.

Ada dua jenis monomer penyusun algin, yaitu ß-D-mannopyrasonil uronat dan α-L-asam gulopyranosyl uronat. Dari kedua jenis monomer tersebut, algin dapat berupa homopolimer yang terdiri dari monomer sejenis, yaitu ß-D-asam-manopyranosil uronat saja atau α-L-asam guloppyranosil uronat saja; atau algin dapat juga berupa senyawa heteropolimer jika monomer penyusunannya adalah gabungan kedua jenis monomer tersebut, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 20. Istilah algin sebenarnya adalah garam dari asam alginan. Garam asam alginat yang paling banyak dijumpai adalah garam dalam bentuk natrium alginat.

Gambar 20. Gugus alginat (Winarno, 1996) 1

Algin membentuk garam yang larut dalam air dengan kation monovalen, serta amino yang berat molekul rendah, dan ion magnesium. Oleh karena algin merupakan molekul linier dengan berat molekul tinggi, maka mudah sekali menyerap air. Karena alasan tersebut, maka algin baik sekali fungsinya sebagai bahan pengental.

Di berbagai keadaan, algin dapat berfungsi sebagai senyawa peningkat daya suspensi larutan (*stabilisator*) dengan proses pengentalan larutan itu sendiri. Di sistem lain, algin mampu menjaga suspensi karena muatan negatifnya serta ukuran kalorinya yang memungkinkan membentuk pembungkus bagi partikel yang tersuspensi. Sifat viskositasnya yang tinggi mampu mempengaruhi stabilitas emulsi minyak dalam air. Propilen glikol alginat memiliki gugus lipofilik maupun hidrofilik yang terdapat dalam molekul dan merupakan emulsifier yang asli dengan sifat pengental yang kuat.
Peranan algin khususnya natrium alginat sebagai *emulsifier* terutama terletak pada sifat daya pengentalannya meskipun daya perlindungan sebagai pembungkus sering menonjol. Istilah *stabilisator* (pengatur keseimbangan) bagi algin lebih tepat bila disebut sebagai *stabilisator* emulsi, *stabilisator* es krim, atau juga *stabilisator* produk susu.

Pada es krim, sifat *stabilisator* sangat kompleks, yaitu dengan cara daya ikat air dan perlindungan koloid. Algin yang larut dalam susu, mampu mencegah terjadinya pembentukan kristal es yang kasar dalam es krim yang biasanya terjadi karena perlakuan *freezing thawing* yang berulang-ulang. Ukuran koloid dari algin banyak membantu memperbaiki tekstur dan kehalusan (*smoothness*) es krim tersebut.

Pada umumnya algin terdapat dalam semua spesies ganggang yang tergolong dalam kelas *Phaeophyceae* dengan kadar yang berbeda-beda. Namun demikian, secara komersial sebagian besar alga diproduksi hanya dari spesies; *Macrocystis pyrifera, Laminaria byperborea, Laminaria digitata, Laminaria japonica, Ascophyllum nodosum, Ecklonia maxima,* dan *Eisenia bycyclis.* Sedangkan di Indonesia sendiri algin banyak diproduksi dari rumput laut jenis *Sargassum* sp dan *Turbinaria* yang jumlahnya melimpah di perairan alam Indonesia.

Di Indonesia, *Sargassum* spp. dan *Turbinaria* spp. merupakan satu - satunya sumber alginat. Kandungan alginat dalam kedua rumput laut

coklat tersebut relatif tergolong rendah, sehingga secara ekonomis kurang menguntungkan. *Sargassum* spp. dan *Turbinaria* spp. belum dibudidayakan di Indonesia, permintaan *Sargassum* spp. masih sangat terbatas. Algae coklat *Sargassum* spp. termasuk tumbuhan kosmopolitan, tersebar hampir diseluruh perairan Indonesia Penyebaran *Sargassum* spp. di alam sangat luas terutama di daerah rataan terumbu karang di semua wilayah perairan pantai.

Kandungan asam alginat dari batang alga spesies *Laminaria* pada tanaman yang telah tua, relatif tetap sepanjang tahun. Adapun kandungan asam alginat dari bahan kering *Laminaria byperborea* adalah 17 – 33 %, *Laminaria digitata* 25 – 44 %, sedangkan *Ascopphyllum nodosum* 22 – 30 %. Kadar asam alginate pada batang (*stines*) ini biasanya lebih tinggi daripada rumpun.

3. **Tugas**

Lakukan percobaan ini bersama kelompok anda! Cariolah informasi lebih banyak tentang cara pengolahan rumput laut hingga dapat diklasifikasikan menjadi karaginan, agar dan alginat. Coba anda kumpulkan informasi tentang cara pengolahannya hingga pemanfaatannya untuk kehidupan manusia! Diskusikan dan paparkan didepan kelas hasil yang telah anda peroleh!

4. Refleksi

Isilah pernyataan berikut ini sebagai refleksi pembelajaran!

a Dari hasil kegiatan pembelajaran apa saja yang telah anda peroleh dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap?

____

____

b Apakah anda merasakan manfaat dari pembelajaran tersebut, jika ya apa manfaat yang anda peroleh? jika tidak mengapa?

____

____

c Apa yang anda rencanakan untuk mengimplementasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari apa yang telah anda pelajari?

____

____

d Apa yang anda harapkan untuk pembelajaran berikutnya?

____

____

5. Tes Formatif

1 Rumput laut tergolong ke dalam divisi…

A. *Thallophyta*

B. *Rhodophyta*

C. *Paeophyta*

D. *Chlorophyta*

2 Bagian-bagian rumput laut adalah…

A. akar, batang, dan daun

B. akar, *holdfast,* dan *air blader*

C. *holdfast, air blader* dan *stipe*

D. *stipe, holdfast* dan batang

3 Sifat substansi *thallus* rumput laut bermacam-macam antara lain...

A. *Gelatinous, calcareous, spongeous*

B. *Calcareous, cartilogenous, laminarous*

C. *Laminarous, spongeous, calcareous*

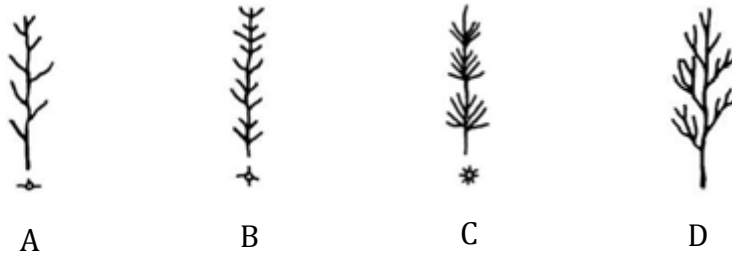
D. *Cartilogenous, gelatinous, laminarous*

4 Dibawah ini bentuk *thallus pinnate alternate* adalah...

A

B

C

D

5 Berikut ini adalah sifat umum alga merah (*rhodophyta*), kecuali…

A. Dalam reproduksinya tidak mempunyai stadia gamet berbulu cambuk

B. Reproduksi secara aseksual saja

C. Mengandung pigmen fotosintetik berupa *xantofil*, karoten, dan fikobilin terutama *r-fikoeritrin* (berwarna merah), klorofil a dan d

dan fikosianin (berwarna biru)

D. Dalam dinding selnya terdapat selulosa, agar, karaginan, porpiran dan fulselaran.

6 Jenis rumput laut merah yang telah banyak dibudidayakan oleh petani rumput laut karena memiliki nilai ekonomis tinggi adalah…

A. *Gracilaria gigas*

B. *Sargassum binderi*

C. *Turbinaria conoides*

D. *Caulerpa racemosa*

7 Pigment fotosintetik, klorofil a dan b, *carotene, xantofil* dan *lutein* adalah pigmen warna yang dimiliki oleh alga jenis…

A. *Rhodophyceae*

B. *Cyanophyceae*

C. *Chlorophyceae*

D. *Phaeophyceae*

8 Jenis alga hijau dibawah ini yang memiliki *thallus calcareous* adalah...

A. *Ulva reticulata*

B. *Caulerpa sertularoides*

C. *Halimeda* sp

D. *Codium decorticatum*

9 Jenis rumput laut penghasil karaginan yang telah banyak dibudidayakan di Indonesia adalah…

A. Eucheuma cottonii

B. *Gracillaria* sp

C. *Gellidiela* sp

D. *Sargassum* sp

10 Di Indonesia sumber alginate terbesar diperoleh dari rumput laut jenis…

A. *Sargassum* dan *Laminaria digitata*

B. *Laminaria digitata dan Turbinaria*

C. *Macrocystis pyrifera dan Sargassum*

D. *Sargassum dan Turbinaria*

C. PENILAIAN

1. Penilaian Sikap

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuann ke : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
1.	Sebelum memulai pelajaran, berdoa sesuai agama yang dianut siswa					
2.	Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran di kelas					
3.	Kesungguhan siswa dalam melaksanakan praktek					
4.	Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek					
5.	Kejujuran selama melaksanakan praktek					
6.	Disiplin selama melaksanakan praktek					
8.	Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek					
9.	Kerjasama antar siswa dalam belajar					
10.	Menghargai pendapat teman dalam kelompok					
11.	Menghargai pendapat teman kelompok					

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	**2**	**3**	**4**	
	lain					
12.	Memiliki sikap santun selama pembelajaran					
	Jumlah					
	Total					
	Nilai Akhir					

Kualifikasi Nilai pada penilaian sikap

Skor	Kualifikasi
1,00 – 1,99	Kurang
2,00 – 2,99	Cukup
3,00 – 3,99	Baik
4,00	Sangat baik

$$\mathbf{NA} = \frac{\sum \mathbf{skor}}{\mathbf{12}}$$

RUBIK PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

ASPEK	KRITERIA	SKOR
A. Berdoa sesuai agama yang dianut siswa	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
B. Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
C. Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
D. Kejujuran selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
E. Disiplin selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
F. Memiliki sikap santun selama pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
G. Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

ASPEK	KRITERIA	SKOR
H. Kesungguhan dalam mengerjakan tugas	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
I. Kerjasama antar siswa dalam belajar	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
J. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
K. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN
TEKNIK NON TES BENTUK PENGAMATAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

No	Nama Siswa	Skor Aktivitas Siswa											Jml	NA
		Aspek Sikap												
		Berdoa sebelum belajar	Interaksi	Ketelitian	Kejujuran	Disiplin	Santun	Tanggungjawab	Kesungguhan	Kerjasama	Menghargai dlm klpk	Menghargai klpk lain		
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN
PENILAIAN DIRI

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

NO	PERNYATAAN	YA	TIDAK
1.	Saya mampu membedakan rumput laut dengan tumbuhan tingkat tinggi		
2.	Saya bisa mengidentifikasi bagian-bagian rumput laut dan memahami fungsinya		
3.	Saya bisa mengidentifikasi rumput laut berdasarkan percabangannya		
4.	Saya bisa membedakan rumput laut berdasarkan substansinya dan bisa memberikan contohnya		
5.	Saya bisa menyebutkan contoh-contoh rumput laut berdasarkan kandungan pigmennya		
6.	Saya bisa membadakan rumput laut berdasarkan kandungan koloidnya		

2. Penilaian Pengetahuan

a. Gambarkan dan jelaskan bagian-bagian rumput laut beserta fungsinya masing-masing!

b. Sebutkan pengelompokan rumput laut berdasarkan substansinya serta berikan contohnya masing-masing minimal 3!

c. Jelaskan ciri-ciri alga merah beserta sebutkan contohnya!

d. Jelaskan pengelompokan rumput laut berdasarkan kandungan koloidnya serta berikan contohnya!

e. Jelaskan manfaat karaginan yang terkandung dari rumput laut!

3. Penilaian Keterampilan

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN ASPEK KETERAMPILAN DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Membaca buku bacaan / sumber belajar lainnya sebelum pelajaran					
2.	Memahami konsep 5M dalam pembelajaran					
3.	Mengaplikasikan kegiatan 5M yang dicantumkan					
4.	Mengidentifikasi morfologi rumput laut					
5.	Mengidentifikasi rumput laut berdasarkan substansinya					
6.	Mengidentifikasi rumput laut berdasarkan percabangannya					
7.	Mengidentifikasi rumput laut berdasarkan kandungan pigmennya					
8.	Mengidentifikasi rumput laut berdasarkan kandungan koloidnnya					
9.	Menulis laporan praktek sesuai out line yang dianjurkan					
10.	Menulis laporan dengan memaparkan dan membahas data hasil praktek					

Keterangan skor :

1 : tidak terampil, belum dapat melakukan sama sekali

2 : sedikit terampil, belum dapat melakukan tugas dengan baik

3 : cukup terampil, sudah mulai dapat melakukan tugas dengan baik

4 : terampil, sudah dapat melakukan tugas dengan baik

Kegiatan Pembelajaran 2. Desain dan Tata Letak Penanaman Rumput Laut

A. Deskripsi

Desain dan tata letak penanaman rumput laut merupakan materi yang penting untuk dipelajari karena penentuan desain dan tata letak penanaman memegang peranan penting dalam keberhasilan budidaya rumput laut. Beberapa materi yang akan dibahas pada kegiatan pembelajaran ini antara lain :

1. Pemilihan lokasi penanaman rumput laut dengan memperhatikan persyaratan ekologis, teknis dan sosial ekonomi
2. Analisa kelayakan lokasi penanaman rumput laut melalui metode skoring dan metode penginderaan jarak jauh
3. Desain dan tata letak penanaman rumput laut ekonomis penting

B. Kegiatan belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Siswa yang telah mempelajari topik ini diharapkan mampu :

a. Menentukan lokasi penanaman rumput laut
b. Menganalisa kelayakan lokasi penanaman rumput laut
c. Menentukan desain dan tata letak penanaman rumput laut

2. Uraian Materi

Pengamatan

Sebelum anda mempelajari tentang desain dan tata letak penanaman rumput laut, berkunjunglah ke beberapa lokasi penanaman rumput laut, coba amati kondisi perairan lokasi budidaya, mulai dari tata letaknya hingga kualitas airnya! Jangan lupa untuk mengamati pula desain atau metode penanaman yang digunakan!

Tabel 9. Pengamatan lokasi penanaman rumput laut 1

No	*Aspek Pengamatan*	*Hasil Pengamatan*
1	*Persyaratan ekologis*	
2	*Persyaratan teknis*	
3	*Persyaratan sosial ekonomis*	

a. Pemilihan lokasi penanaman rumput laut

Rumput laut dapat ditanam atau dibudidayakan pada lingkungan ekologis yang sesuai dengan habitatnya. Rumput laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan telah banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain *Eucheuma cottonii = Kappaphycus alvarezii, Kappaphycus striatum, Eucheuma denticulatum = Euchema spinossum* telah banyak dibudidayakan di laut khususnya di daerah pesisir atau laut lepas, sedangkan jenis *Gracillaria gigas, Gracillaria verucosa dan Gracillaria lichenoides* telah banyak dibudidayakan di tambak.

Pemilihan lokasi adalah salah satu faktor terpenting dalam melakukan budidaya rumput laut, sehingga sering dikatakan kunci keberhasilan budidaya rumput laut terletak pada ketepatan pemilihan lokasi. Hal ini dapat dimengerti karena relatif sulit untuk membuat perlakuan tertentu terhadap

kondisi ekologi perairan laut yang dinamis, dan pertumbuhan rumput laut sangat ditentukan oleh kondisi ekologi dimana budidaya dilakukan, sehingga besarnya produksi rumput laut di beberapa daerah sangat bervariasi.

Jenis rumput laut yang akan dibudidaya sangat mempengaruhi pada saat pemilihan lokasi, hal ini disebabkan karena masing-masing rumput laut memiliki karakteristk dan habitat yang berbeda untuk mendukung kehidupannya. Ada jenis rumput laut ekonomis penting yang hidup di perairan laut seperti *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum* sp. namun ada juga jenis rumput laut yang hanya dapat bertahan hidup di perairan payau seperti *Gracillaria* sp. *Eucheuma* sp, telah banyak rumput laut yang dibudidayakan di laut, namun untuk *Gracilaria* sp banyak dibudidayakan di tambak yang memiliki salinitas payau. Perbedaan habitat untuk budidaya rumput laut ini berpengaruh terhadap pemilihan lokasi yang akan dijadikan lokasi penanamannya.
Pemilihan lokasi yang tepat untuk budidaya rumput laut, perlu ditekankan pertimbangan atas beberapa faktor seperti faktor resiko, pencapaian ke lokasi budidaya dan faktor ekologis. Banyaknya faktor tidak tetap ini, menyebabkan pemilihan lokasi sebaiknya didasarkan pada pengaruh dari beberapa faktor tersebut. Hal ini disebabkan karena faktor-faktor tersebut saling berkaitan dan saling mendukung. Untuk memperoleh lokasi yang baik untuk budidaya, pemilihan perlu dilakukan di beberapa lokasi, dengan membandingkan besarnya angka penilaian. Lokasi yang dipandang ideal untuk budidaya adalah yang memiliki besaran nilai tertentu. Pada pemilihan lokasi penanaman rumput laut harus memperhatikan beberapa persyaratan antara lain :

1) Persyaratan lokasi secara ekologis

Persyaratan lokasi penanaman secara ekologis merupakan hal utama yang harus diperhatikan pada pemilihan lokasi budidaya rumput laut. Beberapa syarat pemilihan lokasi secara ekologis antara lain :

a) Keterlindungan

Lokasi budidaya rumput laut harus terlindung dari pengaruh angin dan gelombang yang besar, hal ini dimaksudkan untuk menghindari kerusakan secara fisik terhadap sarana budidaya rumput laut. Lokasi yang terlindung biasanya terletak di perairan teluk atau perairan terbuka tetapi terlindung oleh adanya penghalang atau pulau di depannya. Keterlindungan ini juga dapat bersinggungan dengan benturan kepentingan dengan area pendaratan kapal ikan khususnya di perairan laut, sehingga sebaiknya lokasi penanaman rumput laut tidak berdekatan dengan daerah pendaratan ikan atau daerah yang dilalui kapal penangkapan. Pada rumput laut yang dibudidayakan di tambak, pengaruh angin dan gelombang juga dapat mempengaruhi pasang surut air yang masuk ke areal tambak yang secara tidak langsung juga berpengaruh terhadap kadar salinitas perairan.

b) Topografi

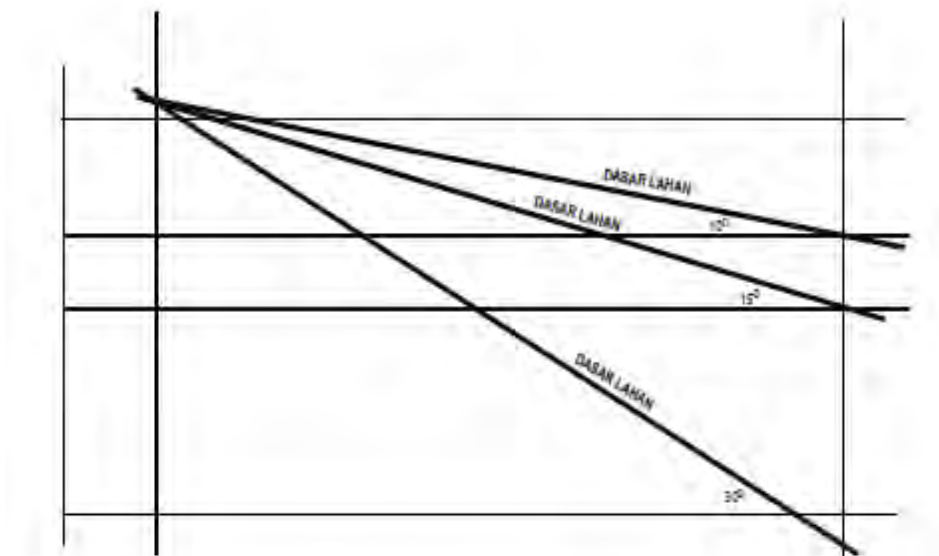
Topografi cukup signifikan untuk dijadikan ukuran tingkat kerataan lahan, topografi harus dipertimbangkan untuk penanaman rumput laut di tambak. Daerah yang memupunyai topografi bergelombang perlu dipertimbangkan untuk diratakan apabila akan dijadikan lahan pertambakan atau area penanaman rumput laut, karena akan berpengaruh terhadap pembiayaan pada kegiatan persiapan lahan. Sedapat mungkin, lokasi tambak harus mempunyai kontur yang relatif rata, sehingga memudahkan dalam pengerjaan pembuatan tambak dengan biaya yang relatif lebih murah. Selain itu, topografi sangat berkaitan dengan letak ketinggian lokasi yang sangat berpengaruh terhadap pasang surut yang nantinya juga akan mempengaruhi suplai air ke dalam area pertambakan. Semakin tinggi letak lokasi terhadap pasang surut, akan membutuhkan upaya lebih, khususnya berkaitan dengan biaya pemindahan air.

c) Sumber air tawar

Lokasi penanaman rumput laut yang dilakukan di laut seperti *Eucheuma* sp sebaiknya jauh dari sumber air tawar seperti sungai atau

muara. Namun hal ini berbalik dengan rumput laut yang dibudidayakan di tambak seperti *Gracilaria* sp, sumber air tawar justru perlu untuk dipertimbangkan, karena sumber air tawar akan mendukung percampuran air tambak yang akan membuat salinitas air tambak tetap dalam kondisi payau. Perubahan salinitas yang drastis dapat mempengaruhi sistem osmolaritas rumput laut itu sendiri sehingga jika ada perubahan salinitas yang fluktuatif pada kegiatan budidaya rumput laut dapat berpengaruh terhadap kehidupan rumput laut itu sendiri.

d) Elevasi

Elevasi atau kemiringan lahan berkaitan dengan, kemampuan irigasi untuk mencapai pada suatu tempat. Semakin tingi letak lokasi akan semakin susah dijangkau oleh pasang surut. Semakin landai letak lokasi, daerah yang dapat dimanfaatkan untuk pembangunan tambak akan semakin banyak, karena semakin mudah dijangkau oleh pasang surut. Elevasi juga dapat dimanfaatkan untuk budidaya rumput laut yang dibudidayakan di daerah pesisir, khususnya yang menggunakan sistem dasar dan lepas dasar.

Gambar 21. Elevasi lahan tambak 1

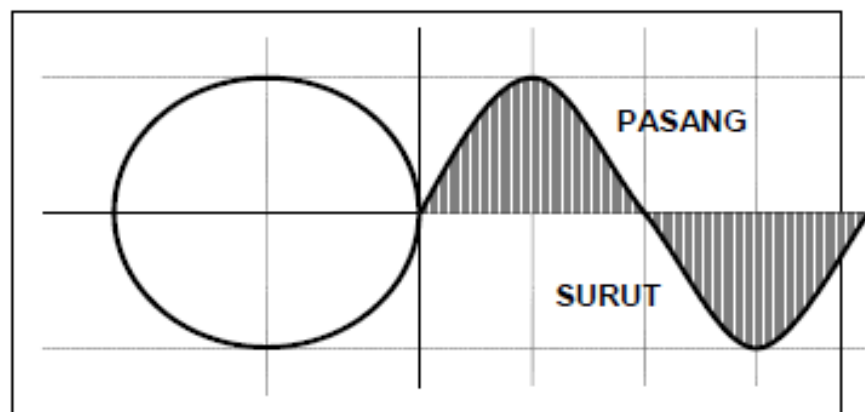
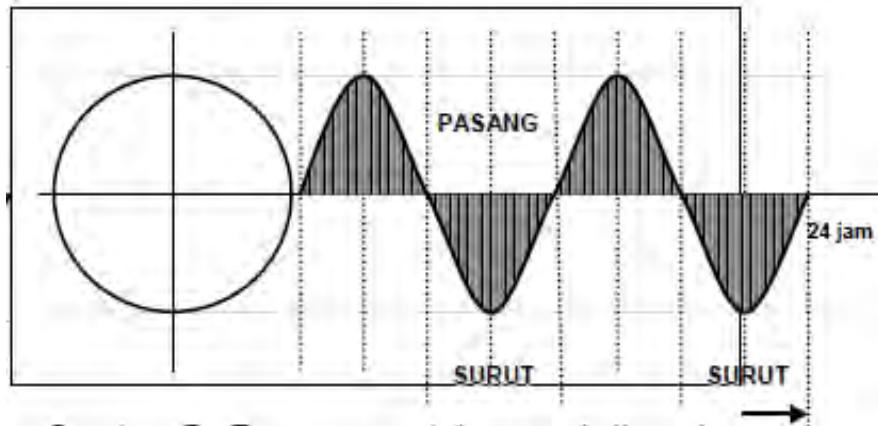
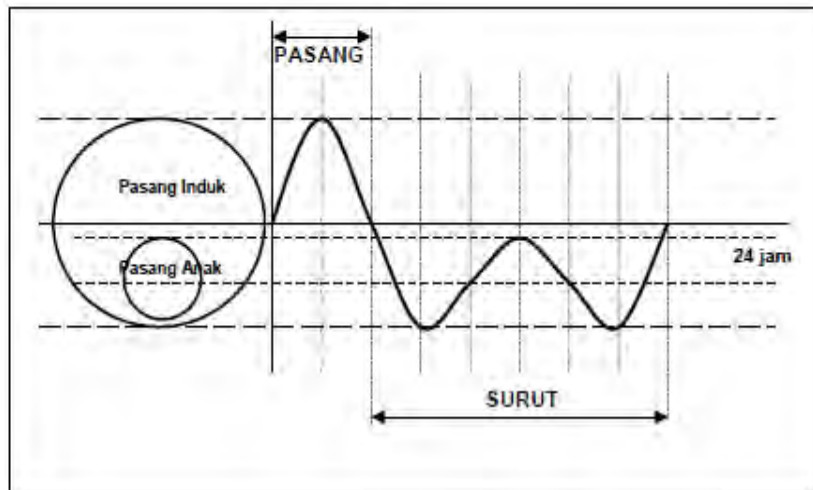
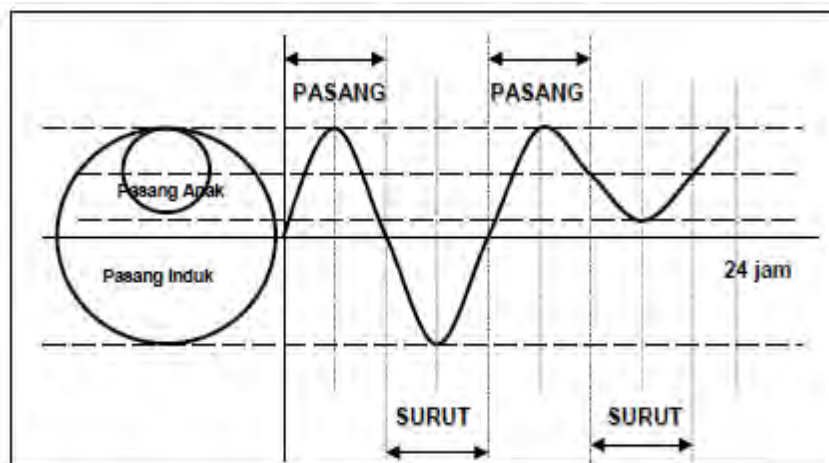
e) Pasang surut

Pasang surut sangat penting bagi perikanan, khususnya budidaya rumput laut di tambak. Pemasukan dan pengeluaran air tambak sangat bergantung pada pasang surut. Dilihat dari pada gerakan permukaan laut, maka pasang surut di Indonesia dibagi menjadi 4 jenis, yaitu;

(1) Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), yaitu terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari, misalnya di Selat Karimata.

(2) Pasang surut harian ganda (*semi diurnal*), yaitu terjadi dua kali surut dalam sehari, misalnya di Selat Malaka dan Laut Andaman.

(3) Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*), yaitu terjadi dua kali surut sehari yang berbeda dalam tinggi dan waktu, misalnya di perairan Indonesia Timur.

(4) Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed tide prevailing diurnal*), yaitu terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktunya, misalnya di pantai selatan Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

(a)

(b)

(c)

(d)

Gambar 22. Tipe pasang surut (a) diurnal tide, (b) semi diurnal, (c) mixed tide prevailing semi diurnal dan (d) Mixed tide prevailing diurnal 1

f) Kondisi dasar perairan

Semua makhluk hidup memerlukan tempat tumbuh untuk menunjang hidupnya. Tempat hidup rumput laut berfungsi untuk tempat menempelnya rumput laut agar tahan terhadap terpaan ombak. Kebanyakan tempat menempel rumput laut berupa karang mati atau cangkang moluska walaupun dapat juga berupa pasir atau lumpur. Substrat yang umum ditumbuhi oleh rumput laut secara alami di perairan Indonesia adalah pasir dan karang. Kedua jenis substrat tersebut berada di perairan dangkal di sekeliling kepulauan Indonesia. *Eucheuma* umumnya tumbuh di daerah pasang surut (*intertidal*), atau daerah yang selalu terendam air (*subtidal*), melekat pada substrat di dasar perairan yang berupa karang batu mati, karang batu hidup, batu gamping, atau cangkang moluska. Pada rumput laut yang ditanam di tambak seperti *Gracilaria* sp harus memiliki dasar perairan tanah berpasir, dan harus terhindar dari dasar perairan yang berlumpur agar rumput laut yang ditanam tidak mudah tertutup oleh lumpur yang terbawa oleh gerakan air.

g) Gerakan air (arus dan gelombang)

Kenyataan bahwa gelombang kebanyakan berjalan pada jarak yang luas, sehingga mereka bergerak makin jauh dari tempat asalnya dan tidak lagi dipengaruhi langsung oleh angin. Sifat-sifat gelombang dalam hal ini besar kecilnya dan kecuraman dipengaruhi oleh kecepatan angin waktu dimana angin sedang bertiup dan jarak tanpa rintangan dimana angin sedang bertiup (*fetch*).

Bentuk gelombang akan berubah dan akhirnya pecah ketika mereka sampai di pantai. Pecahnya gelombang ini sering disertai dengan gerakan maju ke depan yang berkekuatan sangat besar yang dapat merusak kontruksi budidaya. Bila sebuah gelombang pecah, airnya akan dilemparkan jauh ke depan sampai mencapai daerah pantai sebagai sebuah arus. Kebanyakan rumput laut mampu mentoleransi

aksi gelombang yang besar dan terekspos pada daerah intertidal berbatu dan substrat yang padat.

Gerakan air, selain berfungsi untuk mensuplai zat hara juga membantu memudahkan rumput laut menyerap zat hara, membersihkan kotoran yang ada, dan melangsungkan pertukaran CO_2 dengan O_2 sehingga kebutuhan oksigen tidak menjadi masalah. Arus di daerah pantai sangat dipengaruhi oleh pergerakan pasang surut, kecepatan angin, kecepatan pergerakan air tawar dan transportasi gelombang.

Arus dapat menimbulkan gerakan air yang dapat berfungsi sebagai pensuplai zat hara, juga membantu memudahkan rumput laut menyerap zat hara, membersihkan kotoran, serta melangsungkan pertukaran CO_2 dan O_2, sehingga kebutuhan oksigen tidak menjadi masalah. Kecepatan arus yang baik untuk budidaya berkisar antara 20-40 cm/det.

Sedangkan kecepatan angin dapat menambah kecepatan arus permukaan sebesar 1 – 5% dari kecepatan angin dan pengaruhnya hanya sampai pada kedalaman tertentu (efektif pada kedalaman 0,5 m). kecepatan dan arah arus disuatu perairan penting untuk diketahui karena untuk menghindari adanya massa air yang tidak bergerak *'death water bodies'* pada suatu saat di lokasi, yang akan berakibat fatal bagi biota laut yang dibudidayakan.

Lokasi penanaman rumput laut yang dilakukan di laut sebaiknya menghindari daerah perairan dengan angin dan arus yang besar, karena hal ini dapat merusak konstruksi penanaman rumput laut. atau menyebabkan lepasnya ikatan pada penanaman rumput laut. Sedangkan penanaman rumput laut yang dilakukan di tambak jika gerakan angin terlalu kencang dapat mengakibatkan tertutupnya

tanaman rumput laut oleh lumpur sehingga dapat menyebabkan kematian pada tanaman rumput laut.

h) Kedalaman

Alga bersifat *autotrof,* yaitu dapat hidup sendiri tanpa tergantung makhluk lain. Proses pertumbuhan rumput laut sangat bergantung pada sinar matahari untuk melakukan proses fotosintesis. Kedalaman perairan di suatu daerah akan membatasi penetrasi cahaya matahari dimana secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan biota laut yang ada di dalamnya, karena jumlah oksigen untuk respirasi fauna akan semakin berkurang dengan semakin dalamnya perairan yang disebabkan intensitas cahaya matahari yang masuk dalam perairan kecil. Hal ini dapat menyebabkan laju fotosintesis rumput laut akan semakin menurun.

Perairan yang dangkal kecepatan arus relatif cukup besar dibandingkan dengan kecepatan arus pada daerah yang lebih dalam (Odum, 1979). Semakin dangkal perairan semakin dipengaruhi oleh pasang surut, yang mana daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut mempunyai tingkat kekeruhan yang tinggi. Kedalaman perairan berpengaruh terhadap jumlah dan jenis organisme yang mendiaminya, penetrasi cahaya, dan penyebaran plankton. Dalam kegiatan budidaya variabel ini berperanan dalam penentuan instalasi budidaya yang akan dikembangkan dan akibat-akibat yang ditimbulkan oleh kegiatan tersebut.

Kedalaman sangat mempengaruhi metode penanaman yang akan digunakan untuk budidaya rumput laut. Metode budidaya rumput laut juga dapat dikelompokkan berdasarkan posisi penanamannya pada kedalaman tertentu. Kedalaman yang baik untuk budidaya rumput laut metode lepas dasar berkisar 30 – 60 cm saat surut, dan 1 – 15 m untuk metode apung, dengan sistem jalur. Kondisi ini untuk

menghindari rumput laut mengalami kekeringan dan mengoptimalkan perolehan sinar matahari.

i) Kecerahan

Kecerahan merupakan parameter untuk menyatakan cahaya matahari yang dapat menembus kolam perairan. Cahaya matahari yang jatuh ke permukaan air sebagian akan dipantulkan dan diteruskan ke dalam perairan. Intensitas cahaya matahari merupakan faktor utama dalam proses fotosintesis. Dengan semakin tinggi daya tembus cahaya matahari, maka lapisan eufotik sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis bisa maksimal. Air yang keruh biasanya mengandung lumpur yang dapat menghalangi tembusnya cahaya dalam air dan dapat menimbun permukaan *thallus*, sehingga akan menggangu pertumbuhan dan perkembangannya. Lokasi yang baik bagi budidaya rumput laut memiliki kecerahan lebih dari 1,5 m pada pengukuran dengan alat *secchidisk.*

Sinar matahari diperlukan sekali dalam proses fotosintesis rumput laut. Banyaknya sinar matahari yang masuk ke dalam air berhubungan erat dengan kecerahan air laut. Kejernihan air dipengaruhi oleh partikel-partikel yang terkandung di air dan senyawa-senyawa kimia di perairan serta kedalaman laut.

j) Salinitas

Salinitas (kadar garam atau kegaraman) adalah jumlah berat semua garam (dalam gram) yang terlarut dalam satu liter air, yang biasanya dinyatakan dalam satuan ‰ (permil, gram perliter). Salinitas merupakan faktor lingkungan yang penting sehingga setiap organisme laut memiliki toleransi yang berbeda terhadap salinitas untuk kelangsungan hidupnya.

Tinggi rendahnya salinitas dapat menyebabkan perubahan fisik dan morfologis jenis rumput laut tertentu. Musim berpengaruh pada

salinitas air laut. Pada musim hujan salinitas menurun karena mendapat tambahan air hujan, begitu juga bila mendapat tambahan air tawar dari muara sungai besar. Sedangkan pada musim kemarau terjadi penguapan yang tinggi sehingga salinitas air laut dapat meningkat. *Eucheuma* adalah alga laut yang bersifat *stenohaline*, relatif tidak tahan terhadap perbedaan salinitas yang tinggi. Salinitas yang baik berkisar antara 28 – 34 ppt dengan nilai optimal adalah 33 ppt. *Gracillaria* sp yang hidup di perairan payau atau tambak dapat hidup pada salinitas 20 – 28 ppt dengan nilai optimal 25 ppt

k) Suhu

Suhu perairan mempengaruhi laju fotosintesis. Nilai suhu perairan yang optimal untuk laju fotosintesis berbeda pada setiap jenis. Secara prinsip suhu yang tinggi dapat menyebabkan protein mengalami denaturasi, serta dapat merusak enzim dan membran sel yang bersifat labil terhadap suhu yang tinggi. Pada suhu yang rendah, protein dan lemak membran dapat mengalami kerusakan sebagai akibat terbentuknya kristal di dalam sel. Terkait dengan itu, maka suhu sangat mempengaruhi beberapa hal yang terkait dengan kehidupan rumput laut, seperti kehilangan hidup, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, fotosintesis dan respirasi.

Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang sangat berperan dalam kehidupan dan pertumbuhan organisme perairan. Suhu air mempunyai peran penting dalam mempengaruhi kecepatan laju metabolisme dan respirasi organisme air serta proses metabolisme suatu ekosistem perairan. Suhu merupakan faktor pembatas utama di habitat perairan karena jasad-jasad perairan sering kurang dapat mentolerir perubahan-perubahan suhu. Suhu optimum untuk budidaya rumput laut berkisar antara 26 - 32^{0}C.

l) Oksigen Terlarut

Gas oksigen terlarut sangat penting, karena gas ini sangat dibutuhkan oleh organisme air. Oksigen terlarut umumnya banyak dijumpai di lapisan permukaan, oleh karena gas oksigen berasal dari udara di dekatnya melakukan pelarutan (*difusi*) ke dalam air laut. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian, musiman, pencampuran masa air, pergerakan masa air, aktifitas fotosintesa, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi, 2003). Fitoplankton juga membantu menambah jumlah kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan di waktu siang hari. Penambahan ini disebabkan oleh terlepasnya gas oksigen sebagai hasil dari fotosintesis.

m) Derajat keasaman (pH)

Perubahan pH air sangat dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesa tanaman dalam badan air, karena dalam proses fotosintesis ion karbon banyak dibutuhkan oleh tanaman, sehingga kadar ion hydrogen menjadi lebih banyak hal ini meneyebabkan pH perairan meningkat. pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi jasad renik. perairan yang asam kurang produktif, justru akan membahayakan biota air yang hidup di dalamnya. Pada pH air yang rendah kandungan oksigen terlarut akan berkurang, akibatnya konsumsi oksigen menurun.

Kisaran pH dalam perairan alami, sangat dipengaruhi oleh konsentrasi karbon dioksida yang merupakan substansi asam. Fitoplankton dan vegetasi perairan lainya menyerap karbon dioksida dari perairan selama proses fotosintesa berlangsung sehingga pH cenderung meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari. Tetapi menurunnya pH oleh karbondioksida tidak lebih dari 4.5 (Boyd, 1982). Proses nitrifikasi oleh bakteri dapat mengurangi nilai pH perairan karena adanya konsumsi karbonat dan pelepasan ion hidrogen selama proses berlangsung (Soderberg, 1995).

n) Substrat, Nutrien dan *Grazing*

Tipe dan sifat *substratum* dan dasar perairan merupakan faktor penting dalam pemilihan lokasi. Keadaan substratum ini merupakan refleksi dari keadaan oseanografi perairan karang dan dapat pula digunakan untuk menentukan derajat kemudahan dalam pembangunan konstruksi budidaya. Area yang sangat berkarang umumnya sangat terbuka terhadap ombak *(wave exposed*), sedangkan tipe substratum yang terdiri dari *fine sand* atau *silt* umumnya terlindung dari segala macam gerak air. Kedua macam substratum ini tidak tepat untuk dipilih.

Keberadaan nutrien dengan komposisinya dalam air laut walaupun sangat sedikit, tetapi sangat penting bagi proses ekologi. Pergerakan air sangat mempengaruhi kebanyakan proses ekologi dan distribusi, terutama sirkulasi nutrien dan oksigen.

Akibat peristiwa *upwelling* dan *turbulensi*, nutrient tersebut menjadi tersedia di perairan. Sekitar 10% dari produktifitas bersih rumput laut memasuki jaring-jaring makanan dalam bentuk *grazing*, sisanya 90% memasuki rantai makanan dalam bentuk detritus atau bahan organik terlarut. Ketersediaan zat hara tidak menjadi faktor penghambat untuk pertumbuhan tanaman, keberadaannya di laut masih cukup, bahkan masih berlebih untuk kebutuhan rumput laut. Zat hara untuk rumput laut diperoleh dari air disekelilingnya. Penyerapan zat hara dilakukan oleh seluruh bagian *thallus* rumput laut. Selama ini ketersediaan zat hara di laut tidak menjadi masalah, hal ini dikarenakan adanya sirkulasi yang baik, *run off* dari darat dan gerakan air. Nutrient pada perairan tidak pernah menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan rumput laut karena jumlahnya yang sangat melimpah. Hal ini terjadi karena adanya sirkulasi yang baik, *run off* dan gerakan air. Melihat hal ini maka dalam upaya budidaya kita tidak perlu menyediakan zat hara.

Tumbuhan dalam air laut memerlukan N dan P sebagai ion PO_4^- untuk pertumbuhan yang disebut *nutrient* atau unsur hara makro (Brotowidjoyo *et al*., 1995). Kandungan fosfat yang lebih tinggi dari batas toleransi dapat berakibat terhambatnya pertumbuhan. Kandungan fosfat 0,1011 μg/l - 0,1615 μg/l merupakan batas yang layak untuk normalitas kehidupan organisme budidaya. (Winanto, 2000).

Dalam perairan fosfat berbentuk orthofosfat, organofosfat atau senyawa organik dalam bentuk protoplasma, dan polifosfat atau senyawa organik terlarut (Sastrawijaya, 2000). Fosfat dalam bentuk larutan dikenal dengan orthofosfat dan merupakan bentuk fosfat yang digunakan oleh tumbuhan dan fitoplankon. Oleh karena itu, dalam hubungan dengan rantai makanan diperairan ortofosfat terlarut sangat penting (Boyd, 1981).

Senyawa nitrogen dalam air laut terdapat dalam tiga bentuk utama yang berada dalam keseimbangan yaitu amoniak, nitrit dan nitrat. Jika oksigen normal maka keseimbangan akan menuju nitrat. Pada saat oksigen rendah keseimbangan akan menuju amoniak dan sebaliknya. Dengan demikian nitrat adalah hasil akhir dari oksida nitrogen dalam laut (Hutagalung dan Rozak, 1997). Elemen penting yang merupakan determinasi produktifitas organik air adalah nitrat. Elemen ini sangat kaya pada kedalaman antara 500 m sampai 1000 m. Nitrat dapat menyebabkan menurunnya oksigen terlarut, penurunan populasi ikan, air cepat tua dan bau busuk.

2) Persyaratan lokasi secara teknis

Persyaratan teknis dalam penentuan lokasi budidaya rumput laut merupakan persyaratan yang berhubungan dengan permasalahan dan kondisi teknis dalam budidaya rumput laut yang penting untuk diperhatikan, persyaratan tersebut antara lain:

a) Masalah keamanan

Masalah pencurian dan sabotase mungkin dapat dialami, sehingga upaya pendekatan kepada beberapa pemilik usaha lain atau menjalin hubungan baik dengan masyarakat sekitarnya perlu dilakukan.

b) Pencemaran

Lokasi budidaya hendaknya terhindar dari pencemaran rumah tangga maupun industri untuk menghindari masuknya bahan pencemar ke dalam tubuh biota laut, yang dapat merugikan kultivan secara langsung maupun tidak langsung. Pencemaran dapat berupa pencemaran organik umumnya berasal dari limbah rumah tangga seperti ammonia atau bakteri *E. Coli*, sedangkan pencemaran anorganik umumnya berasal dari limbah industri seperti fenol atau logam berat.

c) Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana disini meliputi berbagai hal, antara lain sarana pokok untuk budidaya (wadah-wadah budidaya), sarana penunjang (perahu, keranjang, peralatan kerja lapangan). Pemilik usaha budidaya rumput laut cenderung memilih lokasi yang berdekatan dengan tempat tinggal, sehingga kegiatan *monitoring* pertumbuhan dan penjagaan keamanan dapat dilakukan dengan mudah. Kemudian lokasi diharapkan berdekatan dengan sarana jalan, karena akan mempermudah dalam pengangkutan bahan, sarana budidaya, bibit, hasil panen dan pemasarannya. Hal tersebut akan mengurangi biaya pengangkutan.

d) Ketersediaan bibit

Lokasi yang terdapat stok alami rumput laut yang akan dibudidayakan merupakan petunjuk bahwa lokasi tersebut cocok untuk usaha budidaya rumput laut. Apabila tidak terdapat sumber bibit dapat

memperolehnya dari lokasi lain. Pada lokasi dimana *Eucheuma cottonii* bisa tumbuh, biasanya terdapat pula jenis lain seperti *Gracilaria* sp dan *Sargassum* sp. Bibit juga data diperoleh secara vegetatif ataupun generatif.

e) Hama atau predator

Predator atau pemangsa bibit rumput laut seperti bulu babi, penyu dan ikan-ikan laut tertentu. Meskipun predator-predator tersebut dapat dihindari dengan merekayasa sarana budidaya, misalnya dengan menutup areal budidaya menggunakan jaring.

3) Persyaratan lokasi secara sosial ekonomi

a) Pemukiman

Daerah pemukiman penduduk juga perlu dipertimbangkan dalam penentuan lokasi budidaya rumput laut, hal ini berhubungan dengan ketersediaan tenaga kerja sebagai pengelola budidaya rumput laut serta dampak yang juga dapat ditimbulkan akibat lokasi budidaya yang terlalu dekat dengan pemukiman penduduk antara lain pencemaran rumah tangga dan pencurian. Budidaya laut merupakan salah satu alternatif mata pencaharian bagi penduduk di kawasan pesisir, sehingga dapat menyerap tenaga kerja di kawasan tersebut. Ketersediaan tenaga kerja di suatu kawasan budidaya laut sangat berperan penting dalam pemeliharaan dan pengawasan budidaya. Chan *et al*., (1988) menyatakan bahwa kualitas sumber daya manusia juga berpengaruh terhadap besar kecilnya unit usaha budidaya.

b) Masalah benturan kepentingan

Beberapa kegiatan perikanan lain seperti kegiatan penangkapan ikan, pengumpulan ikan hias akan berpengaruh terhadap aktivitas usaha rumput laut dan dapat mengganggu beberapa sarana rakit.

c) Aksesebilitas/ pencapaian

Pemilik usaha budidaya rumput laut cenderung memilih lokasi yang berdekatan dengan tempat tinggal, sehingga kegiatan *monitoring* pertumbuhan dan penjagaan keamanan dapat dilakukan dengan mudah. Kemudian lokasi diharapkan berdekatan dengan sarana jalan, karena akan mempermudah dalam pengangkutan bahan, sarana budidaya, bibit, hasil panen dan pemasarannya. Hal tersebut akan mengurangi biaya pengangkutan.

d) Tenaga kerja

Budidaya laut merupakan salah satu alternatif mata pencaharian bagi penduduk di kawasan pesisir, sehingga dapat menyerap tenaga kerja di kawasan tersebut. Ketersediaan tenaga kerja di suatu kawasan budidaya laut sangat berperan penting dalam pemeliharaan dan pengawasan budidaya. Kualitas sumber daya manusia juga berpengaruh terhadap besar kecilnya unit usaha budidaya.

e) Dukungan *stake holder* (pemerintah setempat)

Budidaya rumput laut juga memerlukan dukungan dari masyarakat atau pemerintah setempat, hal ini selain berhubungan dengan peraturan dan perijinan penggunaan lokasi budidaya, berhubungan juga dengan rantai pemasaran yang akan terjadi. jika pemerintah dan masyarakat setempat memberikan dukungan maka akan memberikan rasa yang lebih aman bagi petani rumput laut karena ada jaminan pada kegiatan pra dan pasca produksinya.

Secara garis besar syarat-syarat pemilihan lokasi budidaya rumput laut potensial jenis *Eucheuma* sp adalah sebagai berikut :

a) Letak lokasi budidaya sebaiknya jauh dari pengaruh dataran dan lokasi jangan langsung menghadap laut lepas, sebaiknya yang terdapat karang penghalang yang dapat melindungi tanaman dari kerusakan akibat ombak yang kuat.
b) Untuk memberikan kemungkinan terjadinya aerasi, lokasi budidaya harus mendapat pergerakan air yang cukup, disamping itu gerakan

air yang cukup bisa memberikan pasokan makanan yang kontinyu serta terhindar dari akumulasi debu air dan tanaman menempel.

c) Bila menggunakan metode lepas dasar, dasar lokasi budidaya harus keras yaitu terbentuk dari pasir dan karang.
d) Lokasi yang dipilih sebaiknya pada waktu surut terendah yang masih digenangi air sedalam 30 – 60 cm. keuntungan dari adanya genangan air ini yaitu penyerapan makanan yang terus menerus, dan tanaman tidak rusak akibat sengatan sinar matahari langsung.
e) pH Perairan lokasi budidaya sebaiknya antara 7,3-8,2.
f) Perairan yang dipilih sebaiknya ditumbuhi komunitas yang terdiri dari berbagai jenis makro alga. Bila perairan sudah ditumbuhi rumput laut alami, maka daerah ini cocok untuk pertumbuhannya.

Sedangkan syarat-syarat pemilihan lokasi budidaya rumput laut potensial jenis *Gracilaria* sp adalah sebagai berikut :

a) Untuk lokasi budidaya di tambak, dipilih tambak yang berdasar perairan lumpur berpasir. Dasar tambak yang terdiri dari lumpur halus dapat memudahkan tanaman terbenam dan mati.
b) Agar salinitas air cocok untuk pertumbuhan *Gracilaria* sp sebaiknya lokasi berjarak 1 km dari pantai.
c) Kedalaman air tambak antara 60-80 cm.
d) Lokasi tambak harus dekat dengan sumber air tawar dan laut
e) Derajat keasaman atau pH air tambak optimum antara 8,2 – 8,7
f) Kita dapat menggunakan tambak yang tidak lagi produktif untuk udang dan ikan.

b. Analisis Kesesuaian Lokasi

Pemilihan lokasi yang tepat untuk budidaya rumput laut merupakan hal yang penting karena sulitnya membuat perlakuan tertentu terhadap kondisi ekologi perairan laut yang selalu dinamis, sehingga pertumbuhan rumput laut itu sangat ditentukan oleh kondisi ekologi dimana budidaya dilakukan. Penentuan kesesuaian suatu lokasi budidaya merupakan salah satu kondisi ekologi yang akan dilakukan dengan cara melihat keadaan biofisik lokasi

budidaya rumput laut dengan cara membandingkan hasilnya dengan baku mutu atau syarat tumbuh rumput laut.

Metode perbandingan lokasi perairan dengan baku mutu atau syarat tumbuh dapat menggunakan 2 metode yaitu :

1) Metode *scoring* (matriks penilaian)

Penggunaan metode *scoring* merupakan analisa penilaian yang relatif mudah dan dapat dilakukan secara konvensional dengan menilai beberapa variabel dengan pembobotan yang sesuai dengan daya dukung rumput laut yang akan dibudidayakan. Uraian pembobotan untuk matriks kesesuaian lokasi penanaman rumput laut yang dilakukan di laut (*Eucheuma cottonii*) dapat diurutkan menjadi 3 variabel berdasarkan skala prioritasnya. berikut dibawah ini variable-variabel pembobotan dalam matriks penilaian kelayakan lokasi budidaya rumput laut yang dilaksanakan di laut :

a) Variabel Primer

Merupakan syarat utama yang harus dipenuhi untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Jika syarat ini tidak terpenuhi dapat menggagalkan usaha budidaya yang diinginkan. Variabel yang termasuk dalam variabel primer adalah :

(1) Fosfat dan Nitrat

Variabel fosfat dan nitrat merupakan nutrien yang diperlukan bagi tumbuhan air dalam pembentukan protein maupun aktivitas metabolisme.

(2) Kedalaman Perairan.

Variabel ini dianggap penting karena berkaitan dengan pembangunan instalasi budidaya, maupun keberlangsungan usaha. Pada saat yang sama, perairan yang terlalu dalam memungkinkan kemampuan penetrasi cahaya tidak maksimal. Semakin dalam suatu perairan akan semakin berkurang penetrasi cahaya. Sebaliknya perairan yang terlalu dangkal dapat menyebabkan bervariasinya suhu dan padatan tersuspensi.

(3) Kecerahan

Kecerahan merupakan variabel yang berhubungan dengan besarnya penetrasi cahaya kedalam perairan. Energi sinar matahari dibutuhkan oleh *thallus* rumput laut dalam mekanisme fotosintesis. Karena itu, kecerahan sangat penting dalam menentukan lokasi budidaya rumput laut.

(4) Kecepatan Arus

Variabel ini dianggap penting karena berkaitan dengan proses pertukaran dan pengangkutan unsur hara, perpindahan sedimen dan perusakan struktur komunitas perairan. Pada saat yang lain, peubah ini penting bagi sistem penjangkaran dan penempelan kotoran pada *thallus* rumput laut.

b) Variabel Sekunder

Variabel ini merupakan syarat optimal yang harus dipenuhi oleh suatu kegiatan usaha budidaya rumput laut. Syarat ini diperlukan bagi kehidupan biota/tumbuhan agar lebih baik. Yang termasuk dalam variabel sekunder adalah :

(1) Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)

Variabel ini merupakan partikel yang melayang dalam badan air dan dianggap penting, karena dapat mengganggu usaha budidaya dengan beberapa cara, misalnya, perairan menjadi keruh dan rumput laut mudah terserang penyakit.

(2) Suhu dan Salinitas

Suhu dan salinitas perairan termasuk dalam variabel sekunder karena kedua varabel ini di perairan selalu berada dalam kondisi yang alami. Keberadaan variabel ini dilaporkan perubahannya selalu kecil di daerah tropis. Tetapi dengan melihat kondisi lingkungan budidaya rumput laut yang cukup potensial bagi aktifitas pasut, maka keberadaan variabel cukup penting. Perubahan suhu mencapai tingkat ekstrim dapat menyebabkan *thallus* pucat dan berwarna kuning.

C). Variabel Tersier

Variabel ini dianggap sebagai syarat pendukung dimana keberadaannya di perairan, dianggap tidak langsung berpengaruh pada kehidupan kultivan tersebut. Variabel ini dipenuhi, untuk kehidupan biota/tumbuhan secara sempurna. Variabel tersebut adalah :

(1) Kepadatan fitoplankton

Fitoplankton dianggap sebagai variabel tersier, karena keberadaanya tidak berhubungan langsung dengan rumput laut. Walaupun demikian fitoplankton merupakan penyusun kesuburan perairan, penyangga kualitas air dan dasar dalam rantai makanan di perairan atau produsen primer (Odum, 1979).

(2) Klorofil- a

Variabel ini termasuk tersier karena keberadaannya tidak berhubungan langsung dengan rumput laut. Konsentrasi klorofil-a di perairan mengikuti jenis dan besarnya jumlah fitoplankton. Variabel ini merupakan salah satu indikator dalam penentuan kesuburan perairan. Pada saat yang lain pigmen ini, diperlukan untuk mekanisme fotosintesa mikroalga.

(3) Material Dasar Perairan

Variabel ini, berhubungan dengan kebiasaan hidup dan sifat fisiologis. Beberapa kejadian dapat ditoleransi, tetapi untuk keadaan yang ekstrim tidak dapat menghasilkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup biota tersebut dengan baik. Karena itu, rumput laut membutuhkan dasar perairan yang relatif stabil. Alga makro tumbuh di perairan laut yang memiliki substrat keras dan kokoh yang memiliki fungsi sebagai tempat melekat (Dahuri, 2003).

(4) Oksigen Terlarut

Variabel oksigen terlarut di perairan dianggap sebagai variabel tersier karena keberadaan variabel ini tidak berhubungan langsung dengan kultivan. Rumput laut hanya membutuhkan oksigen pada kondisi tanpa cahaya. Tetapi pada perairan terbuka

dimana pergerakan air dan sirkulasi masih terjadi, oksigen terlarut berada pada kondisi alami. Dengan demikian jarang di jumpai kondisi perairan terbuka yang miskin oksigen (Brotowidjoyo *et al,* 1995).

(5) pH

Nilai pH dalam suatu perairan tidak terlepas dari berbagai aktivitas yang terjadi di perairan. Perubahan pH, berakibat pada toksisitas dari bahanbahan yang bersifat racun dan perubahan komunitas biologi perairan. Tetapi keberadaan pH dalam suatu perairan juga berada dalam nilai-nilai yang alami. Dalam perairan nilai pH relatif konstan karena adanya penyangga cukup kuat dari hasil keseimbangan karbon dioksida, asam karbonat, karbonat dan bikarbonat yang disebut *buffer* (Black, 1986 ; Shephered and Bromage, 1998).

Dengan pembagian syarat-syarat tersebut, maka disusun matrik kesesuaian dengan sistem penilaian pada Tabel 10

Tabel 10. Kesesuaian lokasi penanaman rumput laut Eucheuma cottonii 1

Variable	Kisaran	Angka Peni-laian (A)	Bobot (B)	Skor (A x B)	Sumber
Fosfat (mg/l)	0,2 – 0,5 0,1 – 0,2 dan 0,5 – 1 <0,1 dan >1	5 3 1	3	15 9 3	Romimohtarto (2003)
Nitrat (mg/l)	0,9 – 3,2 0,7 – 0,8 dan 3,3 – 3,4 <0,7 dan >3,4	5 3 1	3	15 9 3	DKP (2002) SK Meneg LH No.51 Thn 2004
Kedalaman Perairan (m)	1 – 10 11 – 15 <1 dan >15	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta *et al* (2003)
Kecerahan Perairan (m)	>3 1 – 3 <1	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta *et al* (2003)
Kecepatan Arus (cm/detik)	20 – 30 10 – 20 dan 30 – 40 <10 dan >40	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta *et al* (2003) DKP (2002)
MPT (mg/l)	< 25 25 – 50	5 3	2	10 6	SK Meneg No.51 Thn

Variable	Kisaran	Angka Peni-laian (A)	Bobot (B)	Skor (A x B)	Sumber
	>50	1		2	2004
Salinitas Perairan (ppt)	30 – 34 25 - 30 dan 34 - 36 <30 dan >34	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002)
Suhu Perairan (°C)	24 – 30 20 – 24 <20 dan >30	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002) Romimohtarto (2003)
Keterlin-dungan	Terlindung Kurang terlindung Terbuka	5 3 1	2	10 6 2	Tiensongerusmee (1986)
Pencemaran	Tidak ada Kurang Tercemar	5 3 1	2	10 6 2	Tiensongrusmee (1986)
Pencapaian (aksesibi-litas)	Mudah Sedang Sulit	5 3 1	2	10 6 2	Tiensongrusmee (1986)
Material Dasar Perairan	Karang Pasir Pasir/ berlumpur	5 3 1	1	5 6 2	DKP (2002)
Kepadatan Fitoplankton (sel/l)	>15.000 dan <5 x 10^5 2000 – 15.000 dan 5 x 10^5 - 10^6 <2.000 dan >10^6	5 3 1	1	5 3 1	Basmi (2000) Wiadnyana (1998)
Klorofil-a (mg/l)	>10 4 – 10 <4	5 3 1	1	5 3 1	Effendi (2003)
Oksigen Terlarut (mg/l)	>6 4 – 6 <4	1	1	5 3 1	DKP (2002)
pH	6,5 – 8,5 4 – 6,4 dan 8,5 – 9 <4 dan >9,5	5 3 1	1	5 3 1	Romimohtarto (2003)
Ketersediaan bibit	Mudah Sedang Sukar	5 3 1	1	5 3 1	Tiensongrusmee (1986)
Tenaga kerja	Banyak Sedang Kurang	5 3 1	1	5 3 1	Tiensongrusmee (1986)
Total Skor				170	

Penggunaan metode *scoring* tidak hanya dapat digunakan pada pemilihan lokasi penanaman rumput laut yang dilakukan di laut. metode ini juga dapat di lakukan pada pemilihan lokasi penanaman rumput laut yang dilakukan di tambak seperti *Gracillaria* sp. berikut dibawah ini beberapa

parameter yang dapat dijadikan penilaian untuk analisa kelayakan lokasi di tambak.

Tabel 11. Kesesuaian lokasi penanaman rumput laut Gracillaria sp di tambak 1

Variable	Kisaran	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (A x B)	Sumber
Fosfat (mg/l)	0,2 – 0,5 0,1 – 0,2 dan 0,5 – 1 <0,1 dan >1	5 3 1	3	15 9 3	Romimohtarto (2003)
Nitrat (mg/l)	0,9 – 3,2 0,7 – 0,8 dan 3,3 – 3,4 <0,7 dan >3,4	5 3 1	3	15 9 3	DKP (2002) SK Meneg LH No.51 Thn 2004
Kedalaman Perairan (m)	0,5 – 1 0 – 0,5 dan 1 – 3 >3	5 3 1	3	15 9 3	Ditjenkanbud, 2006).
Kecerahan Perairan (m)	>2 0,5 – 2 <0,5	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta *et al* (2003)
Kecepatan Arus (cm/detik)	20 – 30 10 – 20 dan 30 – 40 <10 dan >40	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta et al (2003) DKP (2002)
MPT (mg/l)	< 25 25 – 50 >50	5 3 1	2	10 6 2	SK Meneg No.51 Thn 2004
Salinitas Perairan (ppt)	20 – 25 15 – 20 dan 25 - 30 <15 dan >30	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002)
Suhu Perairan (°C)	24 – 30 20 – 24 <20 dan >30	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002) Romimohtarto (2003)
Keterlin-dungan	Terlindung Kurang terlindung Terbuka	5 3 1	2	10 6 2	Tiensongerusmee (1986)
Pencemaran	Tidak ada Kurang Tercemar	5 3 1	2	10 6 2	Tiensongrusmee (1986)
Pencapaian (aksesibi-litas)	Mudah Sedang Sulit	5 3 1	2	10 6 2	Tiensongrusmee (1986)
Material Dasar Perairan	Karang Pasir Pasir/ berlumpur	5 3 1	1	10 6 2	DKP (2002)
Kepadatan Fitoplankton (sel/l)	>15.000 dan <5 x 10^5 2000 – 15.000 dan 5 x 10^5 - 10^6 <2.000 dan >10^6	5 3 1	1	5 3 1	Basmi (2000) Wiadnyana (1998) *dalam* Haumau (2005)

Variable	Kisaran	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (A x B)	Sumber
Klorofil-a (mg/l)	>10 4 – 10 <4	5 3 1	1	5 3 1	Effendi (2003)
Oksigen Terlarut (mg/l)	>6 4 – 6 <4	5 3 1	1	5 3 1	DKP (2002)
pH	8,2 – 8,7 6,5 – 8,2 dan 8,7 – 9,5 <6,5 dan >9,5	5 3 1	1	5 3 1	Romimohtarto (2003)
Ketersediaan bibit	Mudah Sedang Sukar	5 3 1	1	5 3 1	Tiensongrusmee (1986)
Tenaga kerja	Banyak Sedang Kurang	5 3 1	1	5 3 1	Tiensongrusmee (1986)
Total Skor				170	

Keterangan perhitungan :

a. Angka penilaian berdasarkan petunjuk DKP (2002) yaitu :

5 : Baik

3 : Sedang

1 : Kurang

b. Bobot berdasarkan pertimbangan pengaruh variable dominan

c. Perhitungan $Skor = \frac{Jumlah\ skor\ perairan\ sampel}{Jumlah\ total\ skor}\ x\ 100\%$

Hasil evaluasi dari sistem penilaian kesesuaian lokasi bagi budidaya rumput laut dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 12. Evaluasi penilaian kesesuaian perairan untuk lokasi budidaya 1

No	Kisaran Nilai (Skor)	Tingkat Kesesuaian	Evaluasi/Kesimpulan
1	85 – 100 %	S1	Sangat sesuai
2	75 – 84 %	S2	Sesuai
3	65 – 74 %	S3	Sesuai bersyarat
4	< 65%	N	Tidak Sesuai

Keterangan : Rekomendasi DKP (2002) dan Bakosurtanal (1996)

Eksplorasi

Setelah anda membaca dan mempelajari mengenai nalaisa kelayakan lokasi dengan metode skoring maka, lakukan suatu kegiatan untuk menentukan lokasi penanaman rumput laut, untuk budidaya rumput lautjenis *Eucheuma* dan *Gracialaria*. Lakukan pendataan tentang daya dukung lokasi berdasarkan variabel-variabel penilaiannya. Lakukan sampling langsung kelapangan untuk memperoleh data primer dan sekunder. Setelah anda memperoleh data maka anda bisa melakukan pengolahan data dengan metode skoring dan menentukan kelayakan lokasi untuk budidaya rumput laut!

2) Metode penginderaan jarak jauh

Penginderaan jarak jauh adalah metode penilaian yang telah banyak digunakan untuk mendukung pengelolaan wilayah dengan bantuan teknologi pencitraan. kita sering melihatnya dalam bentuk foto udara atau citra satelit.

Pengamatan

Pernahkan anda memperhatikan sebuah tayangan televisi atau membaca di media massa tentang banjir, tanah longsor atau penemuan suatu daerah potensial yang didalamnya terkandung minyak bumi. Terkadang padsa berita-berita tersebut selaklu ditayangkan foto udara baik yang berbentuk citra foto langsung dari udara atau pun pencitraan dengan pewarnaan yang bermacam-macam. Nah apakah anda tau bahwa foto-foto atau gambar tersebut adalah hasil kerja satelit yangtetelah diprogram untuk mempermudah pekerjaan manusia.

Pengamatan

Nah sekarang coba anda buat sebuah kliping dengan kelompok anda tentang pencintraan jarak jauh, pelajari kliping tersebut dan ceritakan didepan kelas!

Untuk mengetahui lebih banyak tentang pencintraan jarak kauh dan manfaatnya dibidang perikanan anda dapat membacanya materi dibawah ini sebagai salah satu referensi!

a) Definisi penginderaan jauh

Ada berbagai macam definisi penginderaan jauh. Berikut diberikan beberapa definisi menurut beberapa orang yang ahli dalam bidang penginderaan jauh.

(1) Menurut Lillesand dan Kiefer (1979), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala yang dikaji.

(2) Menurut Colwell (1984), penginderaaan jauh yaitu suatu pengukuran atau perolehan data pada objek di permukaan bumi dari satelit atau instrumen lain di atas atau jauh dari objek yang diindera.

(3) Menurut Curran (1985), penginderaan jauh yaitu penggunaan sensor radiasi elektromagnetik untuk merekam gambar lingkungan bumi yang dapat diinterpretasikan sehingga menghasilkan informasi yang berguna.

(4) Menurut Lindgren (1985), penginderaan jauh yaitu berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi.

(5) Sabins (1996) *dalam* Kerle *et al.* (2004) menjelaskan bahwa penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh, mengolah dan menginterpretasi citra yang telah direkam yang berasal dari interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan suatu objek.

b) **Peranan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG).**

Salah satu upaya untuk memperoleh informasi tentang potensi sumberdaya wilayah pesisir dan lautan dalam rangka untuk mengoptimalkan pengelolaan wilayah pesisir dan lautan adalah penggunaan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG). Informasi mengenai obyek yang terdapat pada suatu lokasi di permukaan bumi diambil dengan menggunakan sensor satelit, kemudian sesuai dengan tujuan kegiatan yang akan dilakukan, informasi mengenai obyek tersebut diolah, dianalisa, diinterpretasikan dan disajikan dalam bentuk informasi spasial dan peta tematik tata ruang dengan menggunakan SIG.

Pemanfaatan data penginderaan jauh dan SIG telah banyak dilakukan dalam kaitannya dengan wilayah pesisir dan lautan khususnya sektor perikanan dan pengelolaan wilayah pesisir dan lautan, seperti: aplikasi penginderaan jauh untuk memberikan informasi Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI), kesesuaian lahan perairan untuk usaha budidaya laut dan pariwisata bahari, identifikasi potensi wilayah pesisir (seperti hutan bakau, terumbu karang, padang lamun dan pasir), zonasi kawasan konservasi laut, analisa potensi ekonomi wilayah pesisir pulau-pulau kecil, pengamatan perubahan garis pantai, analisa pencemaran lingkungan perairan dan lain sebagainya.

c) **Kelebihan dan kelemahan penginderaan jauh**

Setiap metode atau teknologi selalu mempunyai kelebihan dan kekurangan. Demikian pula dengan teknologi penginderaan jauh. Oleh karena itu maka penggunaan teknologi ini harus disesuaikan dengan tujuan. Teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu metode alternatif yang sangat menguntungkan jika dimanfaatkan pada suatu negara dengan wilayah yang sangat luas seperti Indonesia.

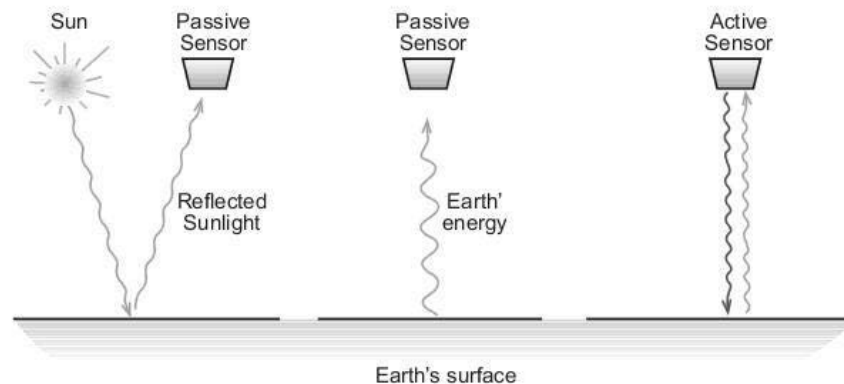
Beberapa keuntungan penggunaan teknologi penginderaan jauh, antara lain yaitu:

(1) Citra menggambarkan obyek, daerah dan gejala di permukaan bumi dengan wujud dan letak obyek yang mirip dengan wujud dan letaknya di permukaan bumi, relatif lengkap, permanen dan meliputi daerah yang sangat luas.
(2) Karakteristik obyek yang tidak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra, sehingga dimungkinkan pengenalan obyeknya
(3) Jumah data yang dapat diambil dalam waktu sekali pengambilan data sangat banyak yang tidak akan tertandingi oleh metode lain.
(4) Pengambilan data di wilayah yang sama dapat dilakukan berulang-ulang sehingga analisis data dapat dilakukan tidak saja berdasarkan variasi spasial tetapi juga berdasarkan variasi temporal
(5) Citra dapat dibuat secara tepat, meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara teresterial.
(6) Merupakan satu-satunya cara untuk memetakan daerah bencana.
(7) Periode pembuatan citra relatif pendek

Adapun kelemahan teknologi penginderaan jauh yaitu:

(1) Tidak semua parameter kelautan dan wilayah pesisir dapat dideteksi dengan teknologi penginderaan jauh. Hal ini disebabkan karena gelombang elektromagnetik mempunyai keterbatasan dalam membedakan benda yang satu dengan benda yang lain, tidak dapat menembus benda padat yang tidak transparan, daya tembus terhadap air yang terbatas.
(2) Akurasi data lebih rendah dibandingkan dengan metode pendataan lapangan (survey *in situ*) yang disebabkan karena keterbatasan sifat gelombang elektromagnetik dan jarak yang jauh antara sensor dengan benda yang diamati.

d) **Konsep dan komponen penginderaan jauh**

Penginderaan jauh sangat tergantung dari energi gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik dapat berasal dari banyak hal, akan tetapi gelombang elektromagnetik yang terpenting pada penginderaan jauh adalah sinar matahari. Banyak sensor menggunakan energi pantulan sinar matahari sebagai sumber gelombang elektromagnetik, akan tetapi ada beberapa sensor penginderaan jauh yang menggunakan energi yang dipancarkan oleh bumi dan yang dipancarkan oleh sensor itu sendiri. Sensor yang memanfaatkan energi dari pantulan cahaya matahari atau energi bumi dinamakan sensor pasif, sedangkan yang memanfaatkan energi dari sensor itu sendiri dinamakan sensor aktif.

Gambar 23. Energi yang dipantulkan dan dan dipancarkan oleh sensor penginderaan jauh (Karle el al., 2004) 1

Penginderaan jauh sebagai ilmu, teknologi dan seni untuk mendeteksi dan/atau mengukur obyek atau fenomena di bumi tanpa menyentuh obyek itu sendiri memerlukan kamera untuk menangkap pantulan sinar dari obyek tersebut. Untuk itu digunakan kamera yang terpasang pada wahana ruang angkasa yang diluncurkan ke angkasa luar dan sering disebut sebagai satelit. Kamera yang dipasang pada satelit berfungsi sebagai indera penglihatan yang melakukan perekaman terhadap permukaan bumi pada saat satelit tersebut beredar mengitari bumi menurut garis orbit atau edarnya. Sensor yang ada

pada kamera akan mendeteksi informasi permukaan bumi melalui energi radiasi matahari yang dipantulkan oleh permukaan ke atas, data energi pantulan radiasi ini diolah menjadi gejala listrik dan data dikirim ke stasiun pengolahan satelit yang ada di bumi.

Dalam pengindraan jauh, terdapat beberapa komponen yang saling berhubungan dan membentuk suatu sistem. Komponen-komponen yang berperan dalam penginderaan jauh antara lain :

(1) Tenaga

Seperti fotografi, pengindraan jauh membutuhkan tenaga agar objek permukaan bumi dapat terlihat jelas sehingga direkam dengan baik oleh sensor. Tenaga yang dipergunakan dalam pengindraan jauh diantaranya matahari, bulan, maupun cahaya buatan. Pengindraan jauh yang menggunakan tenaga matahari disebut sistem pasif sedangkan jika menggunakan tenaga buatan disebut sistem aktif.

(2) Atmosfer

Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam pengindraan jauh. Pengaruh atmosfer merupakan fungsi panjang gelombang. Pengaruhnya bersifat selektif terhadap panjang gelombang. Karena pengaruh yang selektif itulah, timbul istilah jendela atmosfer, yaitu bagian spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai bumi. Dalam jendela atmosfer ada hambatan atmosfer, yaitu kendala yang disebabkan oleh hamburan pada spektrum tampak dan serapan yang terjadipada spektrum inframerah termal.

(3) Objek

Objek adalah segala sesuatu yang menjadi sasaran dalam pengindraan jauh seperti atmosfer, biosfer, hidrosfer dan litosfer.

(4) Interaksi Tenaga dengan Objek

Tiap objek mempunyai karakteristik tertentu dalam memancarkan atau memantulkan tenaga ke sensor. Pada dasarnya, pengenalan

objek dilakukan dengan menyidik karakter spektral objek yang tergambar pada citra. Objek yang banyak memantulkan atau memancarkan tenaga tampak cerah dalam citra, sedangkan objek pantulan atau pancarannya sedikit akan tampak gelap. Namun, dalam kenyataannya tidak sesederhana itu. Ada objek yang berlainan, tetapi mempunyai karakteristik spektral sama atau serupa sehingga menyulitkan pembedaan dan pengenalannya pada citra. Hal itu dapat diatasi dengan menyidik karakteristik lain, seperti ukuran, dan pola.

(5) Sensor

Sensor adalah suatu benda untuk merekam objek-objek di alam. Sensor dibedakan menjadi dua.

(a) Sensor fotografik adalah sensor yang berupa kamera yang bekerja pada spektrum tampak mata dan menghasilkan foto atau citra.

(b) Sensor elektromagnetik adalah sensor bertenaga elektrik dalam bentuk sinyal elektrik yang beroperasi pada spektrum yang lebih luas, yaitu dari sinar-X sampai gelombang radio dan menghasilkan foto atau citra.

(6) Perolehan Data

Perolehan data dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara manual dan numerik atau digital. Cara manual adalah cara memperoleh data dengan interpretasi secara visual. Cara numerik atau digital adalah cara memperoleh data dengan menggunakan komputer. Pada umumnya, foto udara diinterpretasikan secara manual, sedangkan data hasil pengindraan secara elektronik dapat diinterpretasikan secara manual ataupun numerik.

(7) Pengguna Data (*User*)

Pengguna data merupakan komponen penting dalam sistem penginderaan jauh. Pengguna dalam sistem ini bisa lembaga atau individu yang berkepentingan memanfaatkan hasil pengindraan jauh.

Teknologi penginderaan jauh membantu dalam memperoleh data lebih cepat dalam waktu bersamaan dengan areal yang luas. Data penginderaan jauh dapat diproses sesuai dengan faktor yang akan ditampilkan. Data yang dapat dihasilkan oleh citra satelit (Landsat 7 ETM+) untuk budidaya laut bermacam-macam seperti : klorofil-a, suhu permukaan laut, dan muatan padatan tersuspensi (Arief dan Laksmi, 2006). Data lain yang dapat dihasilkan yaitu data keterlindungan lokasi dan kedalaman perairan (Sulma *et al*., 2005), adanya pengolahan data kedalaman perairan dan keterlindungan lokasi maka dapat diperoleh pula informasi (data) substrat dasar perairan dangkal. Hasil olahan atau analisis suatu data tersebut harus memiliki suatu rujukan seperti peta tematik, data statistik, dan data lapang (Purwadhi, 2001). Data yang di dapat dari pengolahan citra kemudian diolah dengan bantuan sistem informasi geografis

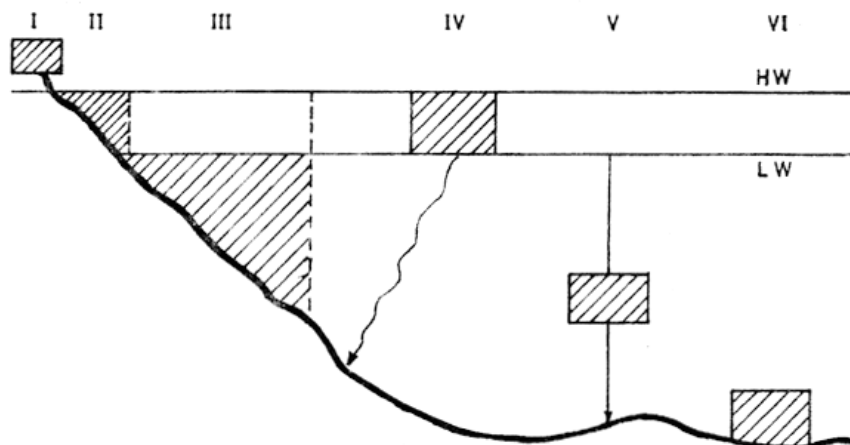
Sistem Informasi Geografis merupakan salah satu pilihan dalam penentuan lokasi ideal untuk pengembangan budidaya laut. SIG dapat digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanipulasi, menampilkan, dan keluaran informasi geografis berikut atribut-atributnya (Prahasta, 2002). Dalam penentuan kesesuaian lokasi budidaya rumput laut, SIG menjadi pilihan yang tepat dalam pengambilan keputusan kesesuaian lahan budidaya rumput laut , SIG dapat memadukan beberapa data dan informasi tentang budidaya perikanan dalam bentuk lapisan (*layer*) yang nantinya dapat ditumpang lapiskan (*overlay*) dengan data lainnya, sehingga menghasilkan suatu keluaran baru dalam bentuk peta tematik yang mempunyai tingkat efisiensi dan akurasi yang cukup tinggi (Ariyati *et al*., 2007) diolah dengan bantuan sistem informasi geografis.

Pada dasarnya analisa kelayakan lokasi dengan metode matriks maupun metode penginderaan jarak jauh adalah metode yang dapat digunakan secara bersamaan untuk saling melengkapi satu sama lain. penggunaan

metode matriks dapat digunakan secara sederhana dan langsung dilakukan survey dilapangan untuk memperoleh data, sedangkan penggunaan metode penginderaan jarak jauh merupakan upaya untuk memperoleh gambaran umum lokasi secara geografis dengan bantuan teknologi.

c. Desain dan tata letak penanaman rumput laut

1) Budidaya Rumput Laut di Laut

Keberhasilan budidaya rumput laut selain tergantung pada kondisi lingkungan budidaya juga dipengaruhi oleh metode budidaya yang akan digunakan. Penggunaan metode budidaya rumput laut sangat bergantung pada lokasi dan syarat hidup rumput laut yang akan dibudidayakan. Penggunaan wadah dan metode budidaya rumput laut perlu disesuaikan dengan kondisi lingkungan sekitar budidaya. Pada daerah pesisir yang terletak ditepian pantai dengan perairan yang relatif tenang dan terlindung, budidaya rumput laut dapat dilakukan di laut, sedangkan pada perairan yang berombak atau berarus besar dan tidak terlindung budidaya rumput laut dapat dilakukan namun memerlukan konstruksi yang lebih kuat dengan biaya yang relatif lebih mahal.

Gambar 24. Lokasi yang dapat dijadikan lolkasi penanaman rumput laut di laut I-daerah pasang surut; II-daerah intertidal; III-daerah publitoral; IV-permukaan laut; V-daerah badan air; VI-dasar perairan (Cutty and Campbell, 1987) 1

Dengan pertimbangan bahwa budidaya rumput laut harus menggunakan bahan yang murah, maka petani cenderung mencari bahan yang mudah diperoleh dari lingkungan sekitarnya. Karena itu kegiatan penyediaan bahan harus tetap memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Pada budidaya rumput laut dengan metode lepas dasar banyak digunakan patok dari bambu atau kayu bakau. Untuk itu perlu pengaturan agar tidak terjadi perusakan hutan bakau, mengingat daerah tersebut faktor pendukung sumberdaya perikanan laut yang sangat penting. Pada budidaya rumput laut dengan metode rakit dapat digunakan bambu sebagai bahan rakit dan jangkar sebagai pemberat yang terbuat dari batu atau semen pasir. Penggunaan karang sebagai jangkar tidak diperbolehkan karena dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan posisi tanaman terhadap dasar perairan, metode-metode budidaya rumput laut di lapangan dengan tiga cara, yaitu: metode dasar, metode lepas dasar, dan metode apung.

a) Metode dasar (*bottom method*)

Metode dasar merupakan metode penanaman rumput laut yang dilakukan di dasar perairan. metode dasar ini dapat dilakukan di daerah pesisir pantai maupun di tambak. Metode dasar pada umumnya digunakan pada perairan yang sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut, dengan dasar perairan pasir berbatu dan perairan dengan arus yang tenang sampai sedang. Metode dasar ini sangat sederhana penerapannya dan membutuhkan biaya yang relatif murah.

Metode dasar yang dilakukan di laut harus dipilih lokasi yang sesuai antara lain terletak pada daerah pasang surut sehingga masih ada pertukaran zat hara sebagai nutrien yang diperlukan untuk kehidupan rumput laut, tanpa perlu ada perlakuan khusus pada lahan budidaya. Berbeda dengan budidaya rumput laut yang dilakukan di tambak, budidaya rumput laut yang dilakukan di tambak memerlukan

persiapan khusus pada lahan budidaya dengan cara pengolahan tanah, pengapuran, pengeringan dan pemupukan tanah terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena pada budidaya yang dilakukan di tambak pergantian air relatif lebih sedikit sehingga zat hara yang diperlukan sebagai nutrien perlu disediakan dengan dilakukannya pemupukan tambak terlebih dahulu.

Metode dasar dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

(1) Metode tebar (*broad cast method*)

Budidaya rumput laut dengan metode tebar (*broad cast method*) dapat dilakukan pada untuk budidaya yang dilakukan di laut dengan karakteristik perairan yang landai atau daerah pasang surut, yang memiliki substrat pasir, pasir berbatu, karang atau batu, dengan pergerakan perairan yang relatif tenang sampai sedang. Metode ini juga dapat dilakukan pada budidaya rumput laut yang dilakukan di tambak mengingat ketinggian air yang bergantung pada pasang surut, ketinggian air tidak lebih dari 60 cm.

Metode tebar sering juga dikenal dengan metode sebaran (*broad cast method*) metode ini adalah salah satu cara budidaya rumput laut yang paling sederhana, dimana bibit tanaman hanya disebarkan di perairan yang diinginkan secara acak. Bibit tanaman dipotong-potong hingga seberat 25 – 30 g, diikat dengan tali, atau dapat juga dengan menggunakan pemberat berupa batu, lalu disebarkan pada perairan yang dasarnya berbatu karang atau pasir berbatu jika ditanam di laut. Namun jika penanaman dilakukan di tambak maka bibit yang telah diikat ke batu atau pemberat dapat langsung diletakkan di dasar tambak yang telah diolah sebelumnya.

Gambar 25. Pengikatan bibit dengan karang/batu pada broad cast method 1

(2) Metode dasar perairan (*bottom farm method)*

Metode dasar (*bottom farm method*) adalah metode yang juga dilakukan di dasar perairan namun posisinya tertata rapi, seperti menanam tanaman di daratan atau dibuat berjalur. Bibit yang ditanam juga memiliki bobot lebih banyak jika dibandingkan dengan metode tebar (*broad cast method*). Ukuran tiap jalur sekitar 120 cm dan jarak antar jalur sekitar 60 cm, hal ini bertujuan untuk mempermudah pengawasan. Jarak antar tanaman minimal 20 cm, sehingga penanaman rumput laut di dasar perairan menyerupai kebun di dasar laut (Gambar 25).

Gambar 26. Metode dasar pada budidaya rumput laut 1

Keuntungan menggunakan metode dasar antara lain adalah biaya material yang rendah, penanamannya mudah dan tidak memakan

waktu, biaya pemeliharaan sedikit, dapat digunakan pada perairan pasir berbatu atau karang, penanaman dengan metode *bottom farm method* lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan *broad cast method*, hal ini disebabkan karena pengawasan dan pengelolaan *bottom farm method* lebih mudah dilakukan, karena posisi tanamnya yang teratur hal juga mempermudah dalam memprediksi hasil yang akan diperoleh.

Sedangkan kerugiannya menggunakan metode ini antara lain : bibit banyak yang hilang terbawa arus atau ombak, tanaman dapat dimakan ikan dan hewan predator seperti bulu babi dan teripang yang akan memangsa rumput laut, hal ini dapat ditanggulangi dengan pembuatan pagar di sekitar areal budidaya rumput laut dengan ukuran mata jaring 2,5 cm dengan ketinggian sekitar 0,5 cm, metode ini kurang baik untuk perairan dengan dasar tanah berpasir (laut) atau lumpur di tambak.

Tabel 13. Perbedaan metode tebar dan metode tebar dan metode dasar 1

No	Keterangan	Metode tebar (*broad cast method*)	Metode dasar (*farm bottom method*)
1	Lokasi tanam	Daerah pasut	Daerah pasut
2	Dasar perairan	Pasir/pasir berbatu	Pasir/pasir berbatu
3	Berat bibit	25 – 30 g	100 g
4	Cara tanam	Diikat pada pemberat disebar secara acak	Diikat pada pemberat ditata teratur hingga membentuk jalur
5	Konstruksi tanam	Acak	Jarak antar tanaman min 20 cm, panjang jalur

No	Keterangan	Metode tebar (*broad cast method*)	Metode dasar (*farm bottom method*)
			biasanya 120 cm dengan jarak tiap jalur 60 cm

b) Metode lepas dasar (*off bottom method*)

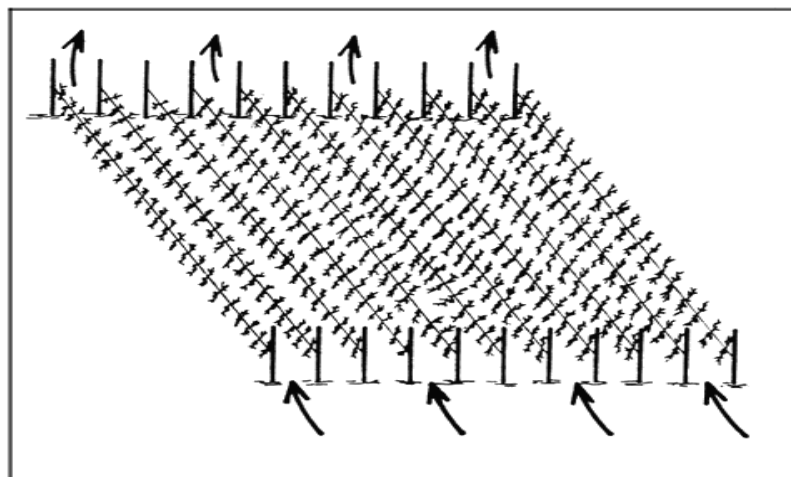
Metode lepas dasar adalah metode penanaman rumput laut yang dilakukan di badan air. Metode ini telah banyak dilakukan oleh pembudidaya ruput laut, hal ini karena metode ini dapat digunakan pada perairan dengan kedalaman 0,5 – 2 m, sehingga metode ini dapat digunakan pada budidaya rumput laut yang dilakukan di laut maupun di tambak. Metode lepas dasar biasa digunakan pada perairan lepas yang memiliki kedalaman lebih dari 60 m pada saat surut terendah dengan dasar perairan sedikit berlumpur ataupun pasir berbatu, yang berarus sedang.

Penggunaan metode lepas dasar untuk penanaman rumput laut dapat dikelompokkan berdasarkan teknologi yang digunakan yaitu :

(1) Metode tali tunggal (*monoline method*)

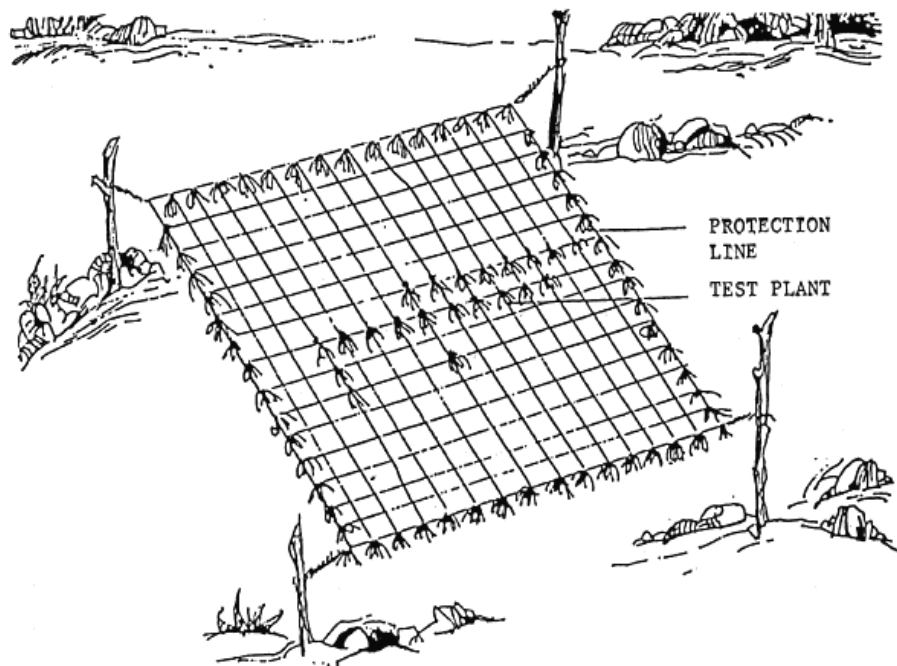
Metode ini merupakan perbaikan dari metode dasar, dimana pada daerah yang telah ditetapkan dipasang patok-patok yang terbuat dari kayu atau bambu secara teratur dan berjarak. Pada sisi yang berlawanan juga dipasang patok dengan jarak yang sama. Patok dihubungkan dengan patok yang lainnya dengan tali yang berisi bibit rumput laut tersebut. Metode ini digunakan pada dasar perairan pasir atau berlumpur pasir.

Gambar 27. Metode lepas dasar dengan model tali tunggal lepas dasar 1

Metode ini menggunakan tali nilon/plastik sepanjang 3 – 5 m yang diikatkan pada patok yang tingginya kurang lebih ±1 m. Bibit rumput laut seberat ±100 gr diikatkan dengan menggunakan tali rafia dengan jarak 20 – 30 cm pada setiap talinya. Pemasangan tali tunggal harus menyesuaikan dengan arah arus air, pemasangan unit sebaiknya tidak melawan arus air. Hal ini agar unit penanaman tidak mudah rusak atau terbawa arus, namun bibit masih mendapat suplai oksigen dan nutrien yang terbawa oleh arus air. Pengikatan tali tunggal dengan tiang pancang pun sebaiknya tidak terlalu kencang ataupun terlalu longgar.

Gambar 28. Arah pemasangan monoline di dasar perairan 1

Pemasangan unit tali tunggal atau lepas dasar sebaiknya juga berjarak 30 – 50 cm di bawah permukaan air pada saat pasang, hal ini karena pada jarak tersebut sinar matahari masih dapat menembus perairan sehingga rumput laut masih dapat melakukan proses fotosintesis dengan optimal yang mendukung pertumbuhan rumput laut.

(2) Metode jaring (*spider web method*)

Metode jaring merupakan pengembangan dari metode tali tunggal. Metode ini dikembangkan untuk meningkatkan produktifitas rumput laut yang dihasilkan. Sehingga dibuat jaring yang memiliki konstruksi lebih kuat terhadap hempasan ombak/arus air. Metoda jaring lepas dasar adalah metoda penanaman rumput laut dengan menggunakan jaring net berukuran 2,5 x 5 m^2 dengan lebar mata jaring 20 – 25 cm. Benih rumput laut diikat pada setiap simpul mata jaring sebanyak 100 – 150 gram.

Gambar 29. Penanaman rumput laut lepas dasar dengan metode jaring (spider web method) 1

(3) Metode kantong (*tubular method*)

Metode kantong merupakan pengembangan dari metode tali tunggal dan jaring. Bibit rumput yang ditanam dimasukkan ke dalam kantong untuk menghindari bibit yang terikat rusak dan terbawa arus. Dengan metode kantong bibit yang ditanam juga terhindar dari hama predator. Kantong yang dibuat dari jaring diikatkan pada tali yang telah diberi jangkar sebagai penahan terhadap gelombang, sehingga kantong lebih kuat dan stabil.

Metoda jaring lepas dasar berbentuk tabung merupakan metode penanaman dengan menggunakan jaring berbentuk tabung yang diletakkan dengan kayu penyangga yang diletakkan 60 cm dari dasar perairan dan masing-masing benih rumput laut dimasukkan kedalam jaring tersebut yang ukuran mata jaringnya 2,5 cm dengan diameter tabung 5-10 cm. Ukuran mata jaring juga harus menyesuaikan ukuran bibit rumput laut yang ditanam. Semakin besar ukuran bibit maka kantong jaring yang digunakan juga semakin lebar. Tiang pancang yang digunakan harus mampu menahan bobot bibit yang ditanam dalam kantong jarring. jarak tiap tiang pancang adalah 3 – 5 m sedangkan jarak tiap kantong 25 – 30 cm.

Gambar 30. Metode lepas dasar dengan model kantong jaring 1

Keuntungan penggunaan metode ini pertumbuhan rumput laut yang dibudidaya dapat mencapai 3-6 cm, relatif lebih aman dari

serangan hama, dan tidak mudah tertutup oleh substrat. Metode ini dibagi tiga, yaitu metode tali tunggal lepas dasar, rakit, dan metode lepas dasar berbentuk kantong jaring. Perbedaan model yang diterapkan pada metode lepas dasar dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14 Perbedaan model pada metode lepas dasar 1

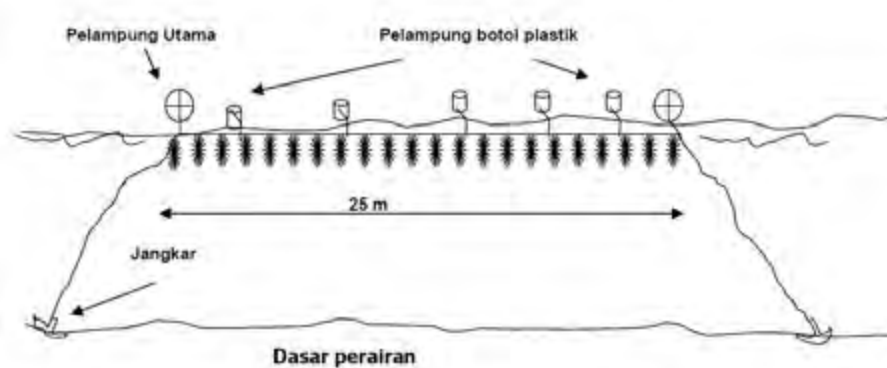
No	Keterangan	Tali tunggal	Jaring	Kantong
1	Lokasi tanam	Badan air, ketinggian air min 30 cm saat surut terendah	Badan air, ketinggian air min 30 cm saat surut terendah	Badan air, ketinggian air min 60 cm saat surut terendah
2	Dasar perairan	Pasir berbatu	Pasir berbatu	Pasir berbatu
3	Berat bibit	100 – 150 g	100 – 150 g	100 – 150 g
4	Konstruksi tanam	Tali ris utama diikatkan pada tiang pancang berjarak 2,5-5 m, tiap 25 cm pada tali ris utama diikatkan tali ris/rafia secara memanjang	Tali ris utama diikatkan pada tiang pancang berjarak 2,5-5 m, tiap 25 cm pada tali ris utama diikatkan tali ris/rafia secara berlawanan hingga menyilang hingga menyerupai jaring	Tali ris utama diikatkan pada tiang pancang berjarak 2,5-5 m, tiap 25 cm pada tali ris utama diikatkan jaring yang dibentuk menyerupai tabung dgn diameter 10 cm

c) Metode apung (*floating method*)

Metode apung hampir sama dengan metode lepas dasar perbedaannya adalah posisi tanam yang berada di permukaan air laut, sehingga metode ini lebih banyak membutuhkan pelampung. Metode apung dapat digunakan pada perairan yang memiliki kedalaman tinggi hingga 3-10 m. dengan dasar perairan yang beragam, dan dapat

digunakan pada perairan dengan arus air sedang hingga kuat. Teknik budidaya yang digunakan dalam metode ini antara lain :

(1) Metode tali (*longline method*)

Metode tali yang digunakan pada penanaman rumput laut secara apung hampir sama dengan metode tali yang digunakan pada lepas dasar, perbedaannya terletak pada pemberat. Jika pada lepas dasar tali terikat pada tiang pancang, pada posisi terapung tali diikat dengan jangkar atau pemberat sehingga unit tidak terbawa arus perairan. Tali juga diikatkan dengan pelampung supaya bibit rumput laut tidak tenggelam ke dasar perairan. panjang tali yang digunakan dapat bervariasi antara 3-30 m tergantung pada karakteristik peraiaran.

Gambar 31. Metode apung dengan model tali tunggal (longlinemethod) 1

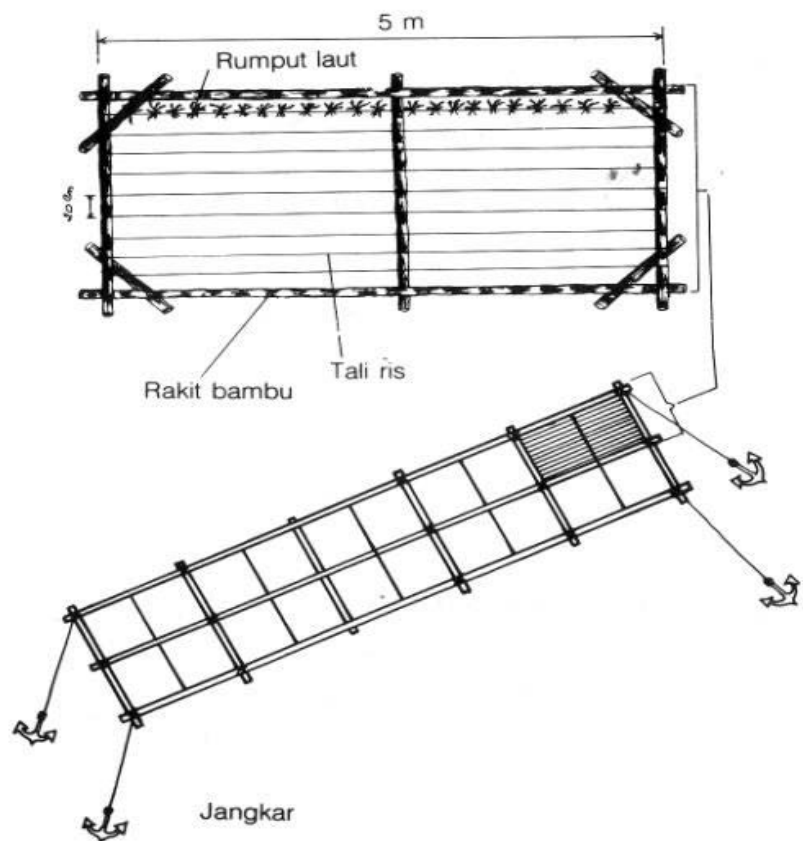
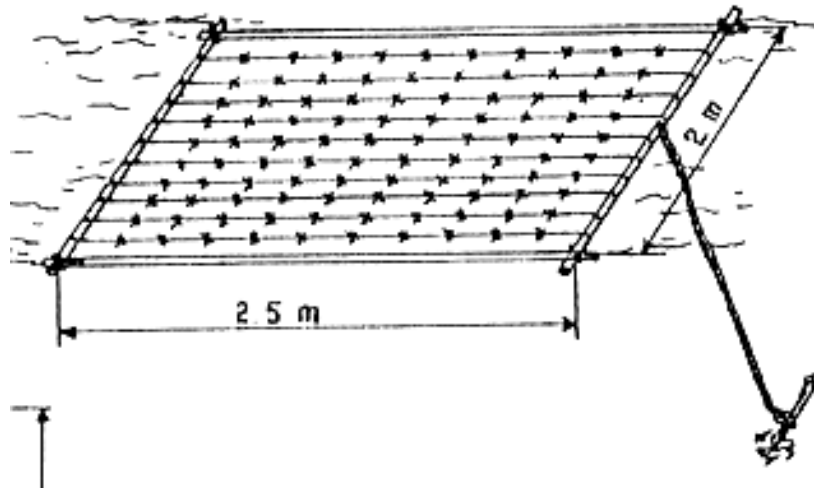
Penggunaan tali pada metode apung dapat menggunakan tali tunggal maupun tali ganda. Penggunaan tali ganda dinilai lebih efektif karena nilai yang dihasilkan juga akan lebih banyak jika dibandingkan dengan tali tunggal. Pada penanaman yang menggunakan tali ganda, tali diikatkan pada sebilah bambu dimasing-masing sisinya sepanjang 3-10 m. jarak masing-masing tali berkisar antara 25 – 30 cm.

Gambar 32. Metode apung dengan tali ganda (multiple longline method) 1

(2) Metode rakit (*raft method*)

Metode rakit merupakan teknik penanaman rumput laut yang banyak digunakan di Indonesia. Metode rakit untuk penanaman rumput laut hanya dapat digunakan untuk penanaman rumput laut yang dilakukan di laut lepas yang berarus kecil sampai sedang (20 – 40 cm/detik) dengan ketinggian air saat surut > 80 cm dan dasar perairan pasir berbatu atau sedikit berlumpur. Metode rakit biasanya juga diterapkan pada lepas dasar maupun apung, karena posisi rakit dapat diletakkan di badan perairan atau di permukaan perairan. Metode rakit yang terapung di permukaan dapat digunakan di perairan laut yang agak dalam hingga mencapai 10 m tergantung pada kekuatan konstruksi dan tali yang digunakan, karena metode ini dapat bergerak bebas dan hanya bertumpu pada jangkar di dasar perairan.

Ukuran rakit biasanya berkisar antara 2,5 x 2,5 m atau 2,5 x 5 m, hal ini merupakan ukuran yang tepat untuk pembuatan rakit karena bila jarak terlalu jauh atau ukuran rakit terlalu besar dapat mengurangi ketegangan tali yang digunakan sehingga tali akan menjuntai karena bibit yang diikatkan terlalu berat. Metode rakit

dapat menggunakan tali *monoline* dengan membentuk sejajar atau dengan berbentuk seperti jaring dengan jarak antara tanaman yang sama yaitu 20 – 25 cm. pelampung utama diikatkan pada setiap sudut rakit dan dibantu dengan pelampung bantuan yang ukurannya lebih kecil di beberapa titik rakit untuk membantu menjaga posisi rakit agar tidak tenggelam. Jumlah pelampung disesuaikan dengan ketinggian rakit yang diharapkan. Posisi rakit yang berada di permukaan dan terkena sinar matahari langsung rawan terhadap serangan penyakit rumput laut, karena rumput laut yang terkena sinar matahari langsung dalam waktu yang cukup lama dapat rusak dan akhirnnya mati. Sebaiknya posisi bibit rumput laut yang terikat dirakit sedikit tenggelam minimal 10 cm dibawah permukaan air untuk menghindari kerusakan bibit yang dibudidayakan.

Gambar 33. Teknik budidaya rumput laut dengan metode rakit apung 1

Rakit dapat dibuat dari potongan kayu atau bambu yang diikat membentuk persegi panjang atau bujur sangkar. Setiap sudut rakit diberi pelampung yang terbuat dari bahan plastik dengan bentuk dan ukuran disesuaikan dengan bobot rakit yang dibuat. Bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan rakit adalah sebagai berikut :

(a) Bambu diameter 10 cm dengan panjang 5 m sebanyak 2 buah, berfungsi sebagai pengapung
(b) Bambu berdiameter 5 cm dengan panjang 2,5 m sebanyak 2 buah, berfungsi sebagai perentang tali untuk melekatkan bibit
(c) Tali untas merupakan tali untuk tempat mengikat bibit rumput laut dengan panjang 4 m, 1,5 m digunakan untuk mengikat kedua ujung tali untas ke bambu, 2,5 m dilengkapi dengan tali rafia dengan jarak 25 cm, sehingga 1 tali untas terdapat 10 tali rafia yang berfungsi untuk tempat mengikat bibit rumput laut. Tali untas terbuat dari plastik *multifilament* berdiameter 7 mm yang diikatkan pada bambu berdiameter 2,5 cm, usahakan menggunakan tali *multifilament* karena lebih kuat dan tahan lama, dengan jarak antar tali 20 cm

(d) Tali rafia untuk mengikat benih (berat benih sekitar 50 – 100 gram) jarak tiap ikatan bibit sekitar 20-25 cm.

(e) Jangkar yang terbuat dari besi atau batu yang dapat berfungsi sebagai pemberat sehingga tidak merubah posisi rakit. Pemberat dapat juga dibuat dari karung berisi pasir. Salikin (2005) menambahkan bahwa masing-masing pemberat ± 100 kg. panjang tali pemberat 1,5 – 2 kali kedalaman perairan. Tali pemberat yang digunakan *poliethilen* dengan diameter 10 cm.

Penanaman rumput laut dengan menggunakan metode rakit memerlukan alat tambahan berupa kayu atau bambu yang berfungsi sebagai penanda atau rambu di laut untuk menghindari lalu lintas di laut sehingga areal budidaya dapat diketahui oleh orang lain, atau dapat juga digunakan sebagai penanda bahwa dilokasi tersebut merupakan areal budidaya rumput laut perorangan atau kelompok.

Untuk meningkatkan produksi rumput laut satu unit rakit yang telah dibuat (2,5 x 2,5 m) dapat digabungkan menjadi 2 atau 4 unit. Penggabungan unit rakit yang dibuat dapat secara horizontal (melebar) atau vertikal (bertumpuk) hal ini disesuaikan dengan karakteristik perairan, karena nantinya akan berpengaruh terhadap suplai nutrien yang dibutuhkan untuk pertumbuhan rumput laut.

(3) Metode kantong (*tubular method*)

Metode kantong dalam budidaya rumput laut biasa dikenal dengan metode jaring atau tabung (*tubular net*). Penggunaan metode kantong biasanya dilakukan pada budidaya rumput laut di laut lepas dengan kedalaman lebih dari 2 m, dengan pergerakan air air yang relatif keras atau perairan dengan gelombang yang sedang hingga tinggi. Metode kantong/ tabung terbuat dari jaring yang dibuat menyerupai tabung dapat diposisikan secara horizontal

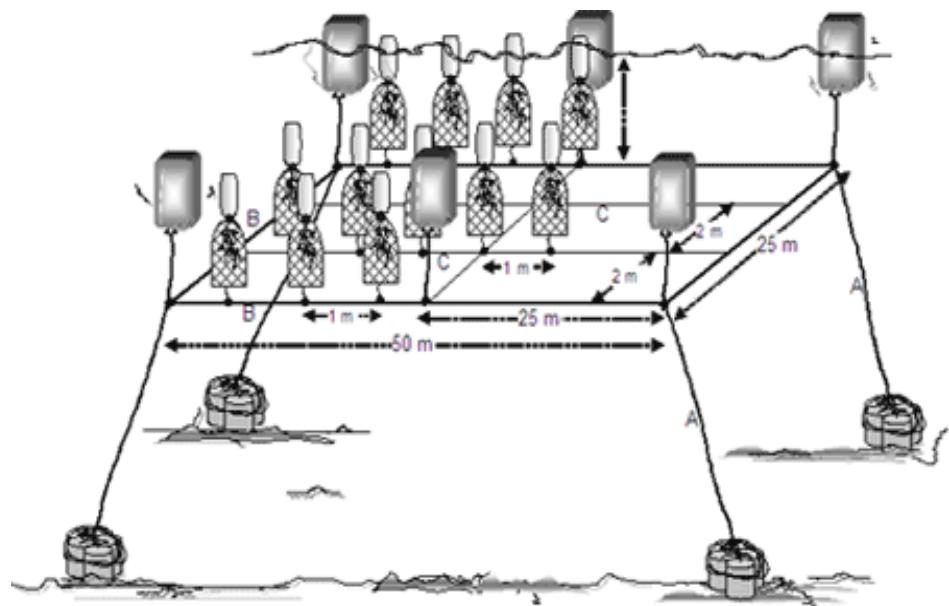
maupun vertikal, disesuaikan dengan karakteristik perairan tempat dilakukannya budidaya.

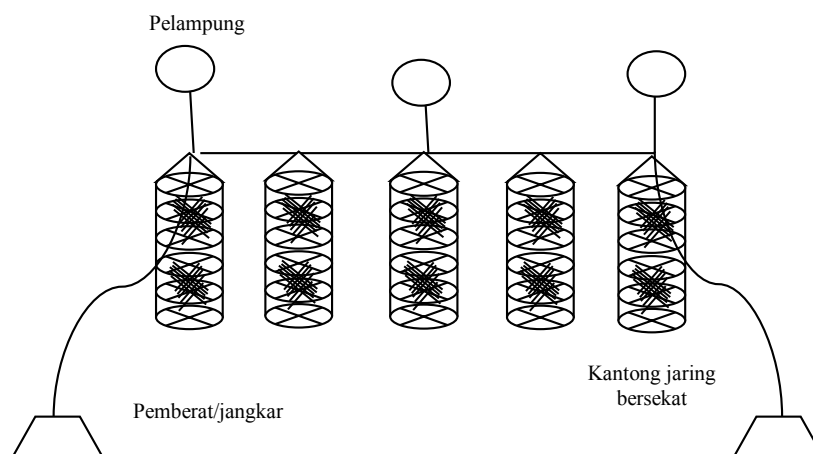
Kantong atau tabung yang terbuat dari jaring dapat menggunakan beberapa macam teknik diantaranya tanpa menggunakan sekat, dengan ukuran panjang tabung sekitar 30 – 50 cm tergantung pada jumlah bibit yang akan ditanam atau kepadatan bibit dalam kantong adapula kantong jaring yang menggunakan sekat yang terbuat dari bahan karet. Model ini telah diterapkan pada daerah selatan jawa yang memiliki arus kuat, sekat karet selain berfungsi sebagai pembatas dan rangka tabung juga berfungsi sebagai pemberat sehingga tabung tidak mudah lepas atau koyak saat dihempas ombak besar. Ukuran panjang tabung sekitar 80 – 100 cm dengan diameter tabung 30 cm, jarak antar sekat sekitar 20-30 cm, dengan mata jaring 2 cm.

Sedangkan teknik budidaya dengan menggunakan metode kantong jaring yang posisinya dipasang secara vertikal dapat digunakan pada perairan dengan kedalaman air yang relatif dalam dan berarus kencang. Jaring yang berisi rumput laut yang digunakan pada perairan berarus kuat memerlukan konstruksi yang lebih kuat dengan pelampung dan jangkar yang jelas lebih banyak dan kuat. Penggunaan metode jaring biasanya juga dikombinasikan dengan metode pancang, tali tunggal atau rakit.

Kelebihan menggunakan metode ini antara lain adalah mempermudah penanaman bibit rumput laut yang ukurannya pendek atau kecil yang sulit diikat, bila menggunakan metode lain, maka dengan metode kantong akan mempermudah penanaman, bibit tidak mudah hilang karena arus dan ombak atau pun dimakan predator, tidak banyak memerlukan pemeliharaan, baik untuk dasar perairan yang berpasir, dapat digunakan pada perairan bergelombang sedang hingga besar. Sedangkan

kelemahan menggunakan metode ini adalah membutuhkan waktu untuk pembuatan tabung jaring, instalasi konstruksi maupun saat penanaman bibit rumput laut, hal ini juga berakibat terhadap biaya produksi untuk pembutan jaring juga lebih tinggi.

Pada perairan yang memiliki ombak kencang seperti pantai selatan jawa, beberapa peneliti telah melakukan penelitian untuk tetap dapat melakukan budidaya rumput laut dengan memodifikasi metode yang ada dengan memperkuat infrastruktur saran yang akan dibuat salah satunya adalah dengan membuat metode kombinasi berupa kantong yang diletakkan secara vertical. Kantong yang dibuat secara vertikal dapat dibuat tanpa sekat (metode Cidaun) atau menggunakan tambahan sekat pada kantong yang berbentuk tabung (metode Cilacap). Sekat dapat terbuat dari karet yang terbuat dari ban bekas yang memiliki berat untuk menahan terpaan ombak kuat. Tabung atau kantong berukuran diameter ± 20-30 cm dengan panjang tabung 1 m, dengan jarak antar sekat ± 20-30 cm. jaring yang digunakan juga memiliki mata jaring 2 cm.

Gambar 34. Metode apung dengan kantong jaring 1

Kantong yang telah disiapkan di darat, dapat langsung diisi dengan bibit rumput laut yang akan ditanam, sehingga mempercepat kegiatan penanaman. Setelah bibit rumput laut dimasukkan dan lubang kantong ditutup maka kantong-kantong yang telah disiapkan diikatkan pada tali pancang yang diikatkan pada jangkar dengan konstruksi yang baik dan diberi pelampung pada beberapa titik untuk menahan posisi tanaman rumput laut agar selalu terendam oleh air namun juga tahan terhadap hempasan ombak yang kuat.

Gambar 35. Metode kombinasi tali tunggal dengan kantong jaring bersekat 1

Keuntungan menggunakan metode kombinasi antara kantong dan pancang antara lain dapat menggunakan bibit yang berukuran kecil, rumput laut yang dibudidayakan terhindar dari hama dan predator seperti ikan beronang. Produktifitas rumput laut lebih tinggi dibandingkan dengan metode dasar, dapat digunakan pada setiap karakteristik perairan yang berombak sedang hingga kuat. Sedangkan kekurangan metode ini terletak pada tingginya biaya yang dibutuhkan untuk membuat konstruksi tanam yang kuat karena harus menggunakan jaring dan pancang baik yang berupa kayu ataupun dengan jangkar, mengingat lokasi penanaman yang relatif berombak besar, sehingga juga memerlukan waktu yang lebih lama.

Tabel 15. Perbedaan model pada metode apung 1

No	Keterangan	Tali	Rakit	Kantong
1	Lokasi tanam	Permukaan air, kedalaman 1 – 15 m	Permukaan / badan air, kedalaman 3-15 m	Permukaan dan badan air, kedalaman 5 – 15 m
2	Dasar perairan	Pasir berbatu	Pasir berbatu	Pasir berbatu
3	Berat bibit	100-150 g	100 – 150 g	100 – 150 g
4	Konstruksi tanam	Tali utama diikatkan pada pemberat atau jangkar hingga permukaan yang diberi pelampung utama, setiap 30 cm tali diikat bibit rumput laut	Kerangka terbuat dari bambu atau kayu b'ukuran 2,5 x 2,5 m atau 5 x 2,5 m yang setiap sudutnya diberi pelampung utama. Tiap 25 - 30 cm diikatkan tali ris utama memanjang atau berbentuk jaring	Kombinasi dengan tali tunggal atau rakit, disetiap titik tanam digunakan tabung jaring dengan diameter 20 cm diberi pelampung (cidaun), tabung jaring dengan sekat tiap 20 cm diameter 20 cm diberi pemberat (cilacap/filipina)

Persiapan tanam rumput laut yang dilakukan dilaut dimulai dari kegiatan persiapan alat dan bahan, pembuatan rakit atau kantong jaring sesuai dengan metode yang dipilih. Berbagai persiapan tanam dapat dilakukan di darat sehingga pada saat peralatan sudah siap maka dapat dilakukan pengikatan bibit atau pemasukan yang kemudian dilanjutkan dengan penanaman bibit di laut.

Mengasosiasi

Pada kegiatan sebelumnya anda telah melakukan pengamatan lokasi budidaya rumput laut dan telah mengamati metode penanaman yang telah digunakan!

berdasarkan hasil pengamatan dan informasi yang telah anda kumpulkan, coba anda analisa hubungan antara karakteristik perairan dengan desain dan tata letak penanaman rumput laut!

2) Budidaya Rumput Laut di Tambak

Budidaya rumput laut yang dilakukan ditambak dapat dilakukan secara monokultur yaitu budidaya rumput laut tanpa digabung dengan komoditas lain atau hanya satu jenis rumput laut saja. Rumput laut yang dibudidayaan ditambak dapat juga ditanam secara polikultur atau budidaya rumput laut digabung dengan biota lain seperti ikan bandeng, nila, dan udang. Pada pembahasan buku ini, budidaya di tambak hanya akan membahas mengenai budidaya rumput laut yang dilakukan secara monokultur saja.

Mengamati

Setelah anda melakukan perencanaan untuk budidaya rumput laut di laut, sekarang lakukanlah perencanaan untuk melakukan budidaya rumput laut di tambak. Sebelum anda membuat perencanaan anda perlu mengetahui desain dan tata letak tambak terlebih dahulu. Maka lakukanlah kunjungan dengan kelompok anda untuk melakukan pengamatan tentang desain dan tata letak tambak. Buatlah gambar dan beri keterangan untuk seluruh bagian-bagian tambak yang anda lakukan, catat seluruh bagian-bagian tambak, bentuk petakan tambak, letak saluran dan pintu tambak serta kegunaan masing-masing petak.

Setelah lokasi untuk tambak diperoleh sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan untuk mendukung perkembangan rumput laut, kita perlu juga mengetahui konstruksi tambak yang baik untuk budidaya rumput laut. Pemahaman tentang konstruksi tambak perlu konstruksi tambak perlu juga dipahami untuk mengetahui layout dan tata letak lahan budidaya rumput laut yang akan digunakan serta pemeliharaan rumput laut yang ditanam.

Gambar 36. Kawasan pertambakan dengan green belt 1

Secara umum tambak harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- ✓ Tanah tambak didominasi oleh tanah liat atau liat berpasir
- ✓ Tambak tidak bocor
- ✓ Dasar tambak bebas dari bekas vegetasi
- ✓ Ada bagian caren dan pletaran
- ✓ Kedalaman air mampu menampung sedikitnya 80 cm
- ✓ Ada penampungan air/tandon

a) Desain dan konstruksi tambak

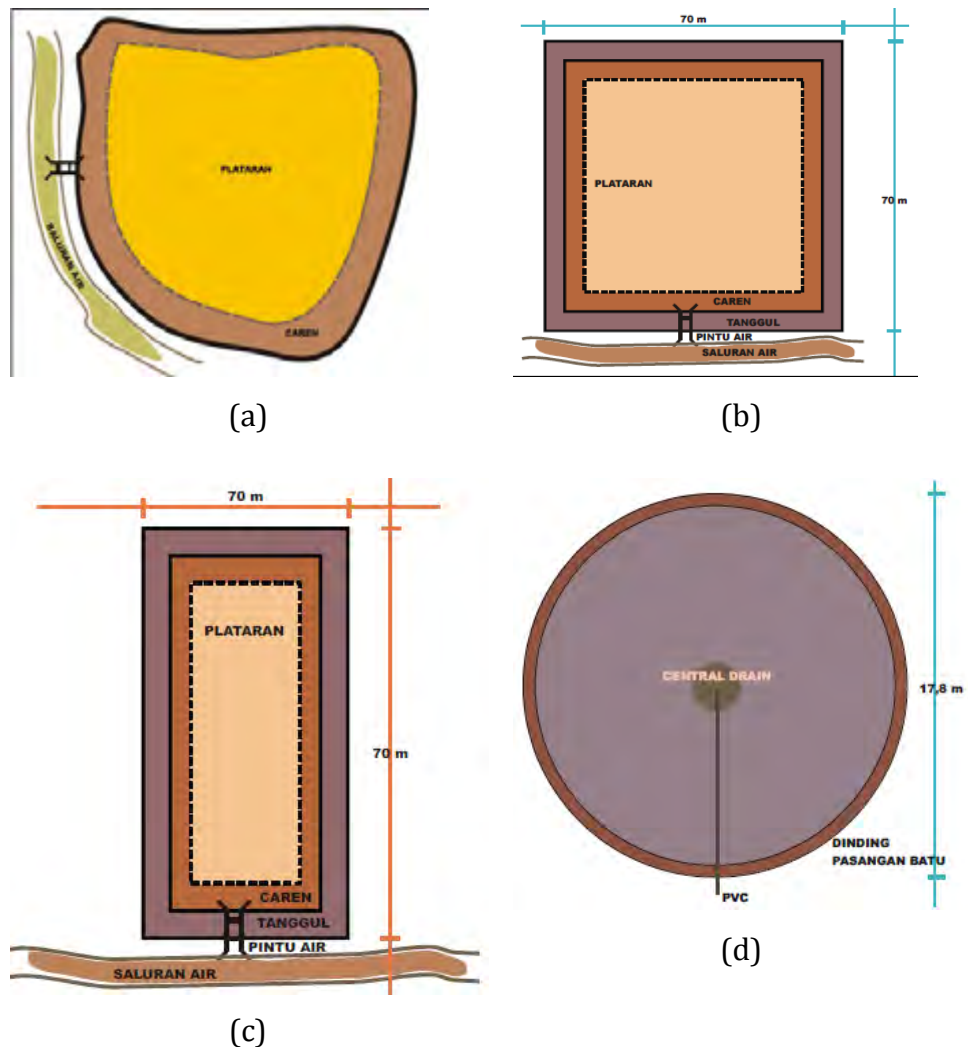
Tambak memiliki bentuk yang bermacam-macam, berdasarkan teknologi yang digunakan dalam pengelolaannya bentuk tambak dapat dibedakan menjadi :

(1) bentuk *irregular* atau tidak teratur yang umumnya terdapat pada tambak-tambak lama dengan ukuran sangat luas;

(2) bentuk segi empat bujur sangkar;

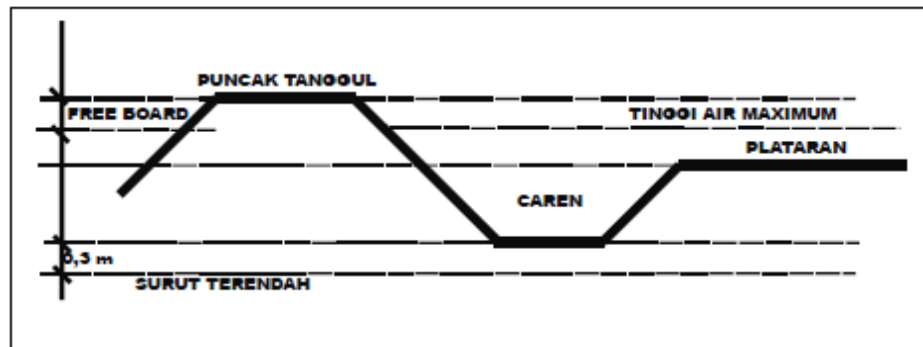
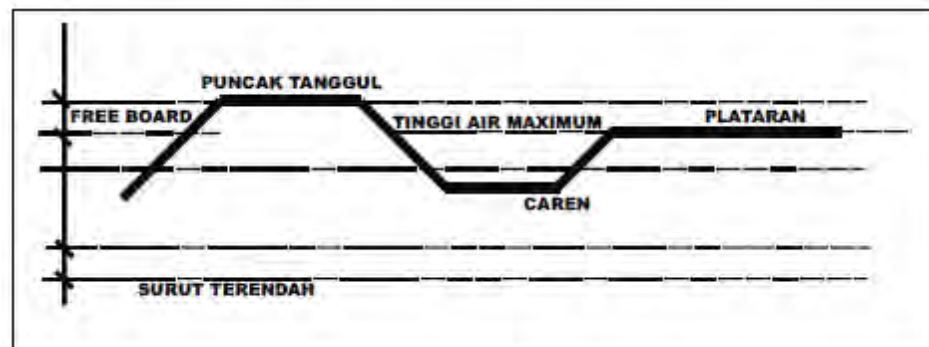
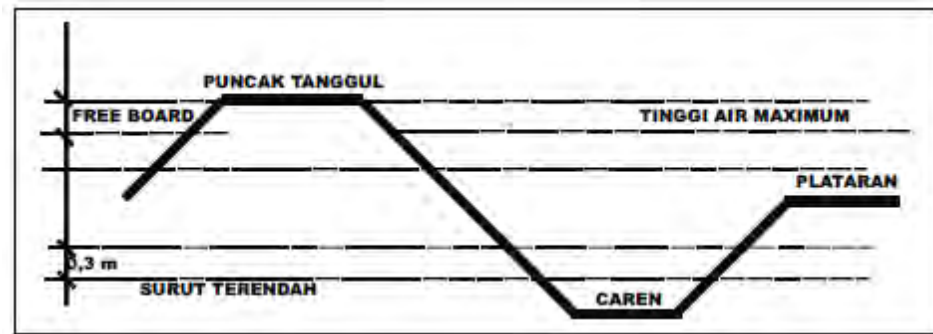
(3) bentuk empat persegi panjang; dan

(4) bentu lingkaran.

Masing-masing bentuk tambak mempunyai kelebihan dan kekurangan, namun yang terbaik untuk pemeliharaan penanaman rumput laut adalah bentuk bujur sangkar dan empat persegi panjang, dimana pada bentuk ini mampu mengeluarkan kotoran lebih baik dari bentuk yang lainnya.

Gambar 37. Bentuk-bentuk tambak (a) tidak beraturan, (b) segi empat bujur sangkar, (c) empat persgi panjang dan (d) lingkaran 1

Sumber air tambak berasal dari pasang surut air laut serta sumber air tawar. Pasang surut merupakan kunci dari pembangunan tambak di

wilayah pantai, karena pada umumnya sumber air yang dibutuhkan untuk seluruh kegiatan budidaya tergantung dari sumber ini. Pembagian tambak menurut pasang surut dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu: tambak ideal, tambak darat, dan tambak laut.

Tambak ideal adalah tambak yang memanfaatkan potensi pasang surut untuk pemasukan dan pembuangan air tambak. Tambak darat terletak diatas pasang rataan dengan konsekwensi semua air yang dibutuhkan akan memanfaatkan pompa air. Sedangkan tambak laut adalah tambak yang tidak dapat membuang air tambak secara gravitasi sampai tuntas. Tambak laut sering digunakan untuk mensiasati kondisi lingkungan agar air tambak memiliki ketinggian yang tetap meskipun amplitudo pasang surutnya rendah dibawah 1,0 meter.

(a)

(b)

(c)

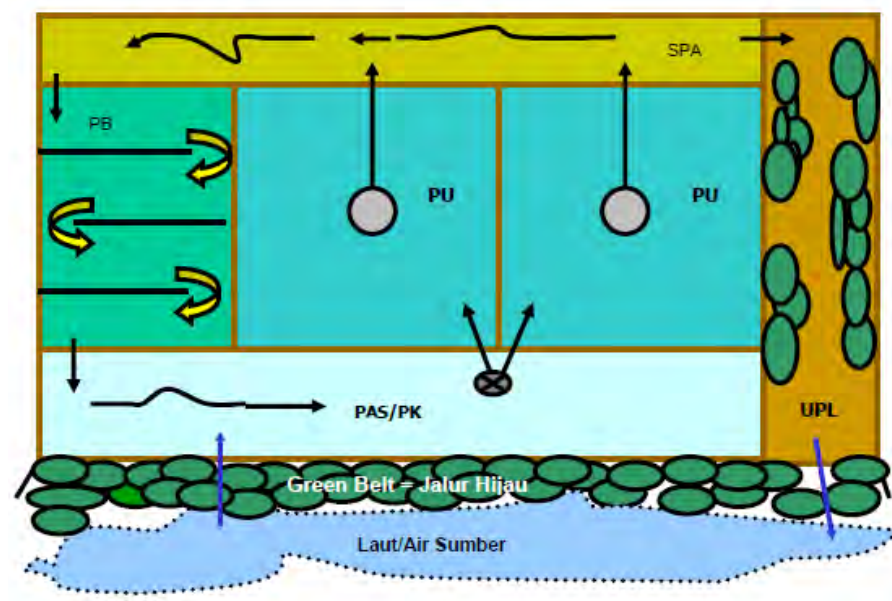
Gambar 38. Konstruksi tambak (a) tambak ideal, (b) tambak darat dan (c) tambak laut 1

Sedangkan berdasarkan penggunaan teknologinya, tambak juga dapat digilongkan menjadi tambak tradisional (sederhana), tambak semi intensif, dan tambak intensif. Perbedaan dari masing-masing tabak tersebut antara lain :

(1) Tambak tradisional (sederhana), memiliki ciri-ciri sebagai berikut :
   (a) Pemasukan dan pengeluaran air umumnya tergantung sepenuhnya dengan pasang surut
   (b) Bentuk petakan tidak teratur
   (c) Luas petakan tambak antara 0,5 – 5 hektar
   (d) Kedalaman air umumnya hanya mampu "kurang" dari 70 cm
   (e) Produksi yang dicapai umumnya rendah
(2) Tambak semi intensif, memiliki ciri-ciri sebagai berikut :
   (a) Pemasukan dan pengeluaran air tidak tergantung sepenuhnya dengan pasang surut
   (b) Bentuk petakan teratur
   (c) Luas petakan tambak antara 0,5 – 1 hektar
   (d) Kedalaman air umumnya hanya mampu >90 cm
   (e) Produksi yang dicapai umumnya lebih tinggi dari tambak sederhana
(3) Tambak intensif, memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

(a) Pemasukan dan pengeluaran air tidak tergantung sepenuhnya dengan poasang surut
(b) Bentuk petakan teratur
(c) Luas petakan tambak antara 0,3 – 0,5 hektar
(d) Kedalaman air umumnya >1,0 cm
(e) Produksi yang dicapai umumnya tinggi

Tambak yang digunakan untuk penanaman rumput laut dapat menggunakan tambak sederhana hingga tambak intensif pada tambak semi intensif dan tambak intensif rumput laut telah banyak dimanfaatkan sebagai *biofilter* tambak dan sering diletakkan di petak biofilter untuk memanfaatkan sisa metabolisme komoditas lain, sehingga rumput laut dapat dibudidayakan dengan cara polikultur.

Areal tambak dapat dibuat dengan sistem tertutup maupun sistem terbuka. Sistem tertutup pada tambak adalah sistem pengelolaan air yang dibuat seminimal mungkin untuk memanfaatkan kembali air buangan. Lay out tata letak tambak dengan sistem tertutup dapat dilihat pada gambar 39 dibawah ini.

Keterangan :

PAS/PK : Petak air suplai/petak air baku siap pakai

PU : Petak pembesaran

SPA : Saluran pembuangan air

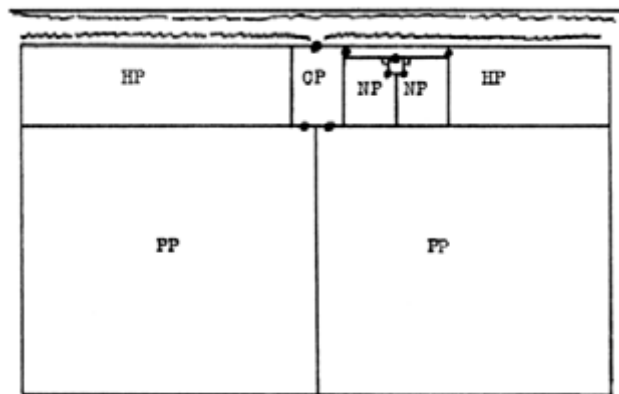
PB : Petak biofilter/*bioscreen multispesies*

UPL : Petak unit pengolah limbah (daerah endapan)

Green belt/ jalur hijau

Gambar 39. Tata letak/ lay out petak pertambakan sistem terttutup 1

Tata letak/ *lay out* letak pertambakan sistem tertutup

Sedangkan pertambakan dengan sistem terbuka adalah sistem tambak yang tidak menggunakan pengelolaan air dengan resirkulasi atau air tambak langsung dibuang kembali ke saluran pembuangan tanpa ada pengolahan limbah terlebih dahulu. Sistem pertambakan dengan sistem terbuka dapat dilihat pada gambar 38 dibawah ini.

Gambar 40. Tata letak/lay out petak pertambakan sistem terbka 1

Desain tambak untuk penanaman rumput laut hampir sama dengan tambak yang digunakan untuk membesarakan ikan dan udang. Tambak memiliki beberapa komponen yang harus disiapkan sebelum penanaman dilakukan. Komponen-komponen tambak yang harus diperhatikan adalah :

(1) Petak tambak

Petakan tambak memeiliki bentuk dan fungsi yang dapat saling menyesuaikan dengan kebutuhan pertambakan. Pada satu unit

area tambak dapat terdiri dari beberapa petak tambak. Petak tambak yang umum ditemui pada area pertambaan antara lain :

(a) Petak penampungan air yang banyak digunakan untuk menampung air siap pakai sebelum dialirkan ke petak pemeliharaan.

(b) Petak pemeliharaan, petak pemeliharaan dapat berupa petak transisi atau petak pendederan serta petak pembesaran, petak-petak ini banyak ditemukan pada tambak ikan dan udang. Petak pemeliharaan memiliki ukuran yang paling luas diantara petak yang lain.

(c) Petak pembuangan, petak pembuangan umumnya berfungsi untuk menampung air buangan dari petak pemeliharaan. Petak buangan juga dapat berupa petak pengendapan atau dapat dimanfaatkan untuk pemeliharaan biofilter pada budidaya polikultur di tambak.

(d) Petak unit pengolahan limbah, petak ini hanya dapat ditemukan pada area pertambakan dengan sistem tertutup.

Tiap petakan tambak terdiri dari pelataran dan caren yang, pelataran berfungsi sebagai kolom air pemeliharaan sedangkan caren merupakan selokan kecil yang terdapat didalam petakan dimanfaatkan untuk mempermudah pengosongan air tambak. Luas masing-masing petakan dapat bervariasi tergantung sistem pengelolaan tambak yang diterapkan.

Gambar 41. Petak-petak tambak pemeliharaan ikan/udang/rumput laut 1

Dalam rangka memfungsikan tambak secara efisien maka petakan tambak dapat dibuat dari berbagai bahan: yaitu:

(a) *Tambak tanah*. Tambak tanah merupakan jenis tambak yang banyak digunakan dalam pembangunan tambak, karena jenis ini merupakan cara yang paling murah. Tekstur tanah merupakan pertimbangan penting dalam membangun tambak jenis ini. Tekstur dengan dominansi liat adalah yang terbaik dalam pembuatan tambak tanah karena tambak tidak akan bocor. Jenis tanah liat berpasir masih memungkinkan untuk pembangunan tambak jenis ini.

Gambar 42. Tambak tanah

(b) *Tambak Concrete*. Tambak *concrete* atau pasangan batu umumnya dibangun pada daerah yang mempunyai jenis tanah berpasir atau berkarang. Fraksi pasir tidak mampu menahan air sehingga akan mengalami banyak kebocoran.

Gambar 43. Tambak concrete 1

(c) *Tambak Plastik*. Demikian juga dengan jenis tambak plastik, dapat dibangun pada daerah berpasir atau bergambut.

Gambar 44. Tambak plastik (polyetilene) 1

(2) Pematang tambak

Pematang adalah bagian konstruksi dari tambak yang fungsi utamanya adalah menahan air. Pematang tambak harus mampu menahan tekanan air dari dalam maupun luar petakan tambak. Untuk menghindari banjir yang disebabkan oleh meluapnya air dari saluran, pematang harus dibuat lebih tinggi dari permukaan air pasang tertinggi. Secara garis besar, pematang dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu pematang utama dan pematang antara.

Pematang utama adalah pematang yang memisahkan antara tambak dengan saluran utama atau memisahkan antara tambak dengan laut lepas. Karena merupakan garis pertahanan terdepan, maka konstruksinya harus benar-benar kuat agar dapat berfungsi sebagai benteng yang sanggup menahan badai pasang yang mungkin terjadi. Fungsi lainnya adalah sebagai batas kepemilikan lahan atau hak guna usaha suatu unit pertambakan. Untuk pematang dengan tanah yang cukup kuat dibuat dengan lebar 2,0

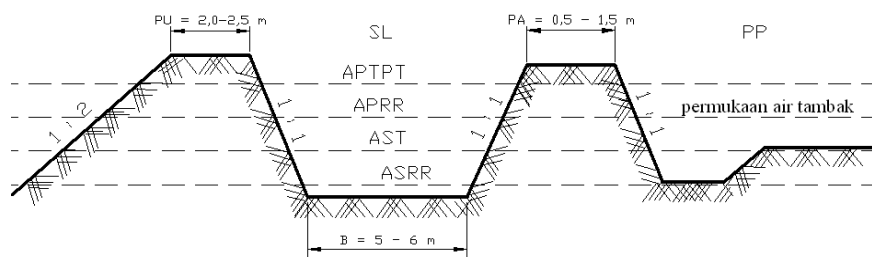
m – 2,5 m. Adapaun perbandingan tinggi dan lebar talud sisi luar adalah 1 : 1,5 dan sisi dalam 1 : 1.

Pematang antara adalah pematang yang memisahkan antara tambak satu dengan yang lainnya dan fungsi utamanya adalah menjaga agar air yang mengalir melalui saluran utama terutama saat pasang tertinggi tidak limpas ke pematang atau masuk ke dalam petakan tambak. Karena fungsinya hanya sebagai pembagi tambak diantara pematang utama, maka ketinggiannya berada di bawah pematang utama dan ukurannya lebih kecil dari pematang utama. Untuk pematang antara dengan kondisi tanah cukup keras, dibuat dengan lebar 0,5 m – 1,5 m dengan perbandingan lebar dan tinggi talud adalah 1 : 1.

Keterangan :

A : Pematang Utama

B : Pematang Antara

(a)

(b)

Gambar 45. Pematang tambak (a) pematang utama dan pematang antara potongan melintang pematang tambak 1

(3) Saluran air

Saluran air berfungsi untuk menghubungkan antara tambak dan sumber air baik dari laut maupun sungai diperlukan saluran-saluran yang menuju tambak maupun keluar tambak. Saluran yang digunakan terdiri dari saluran primer, saluran sekunder dan saluran tersier. Untuk tugas akhir ini, perencanaan hanya sebatas pada saluran primer dan sekunder saja.

(a) Saluran Pasok

Saluran pasok berfungsi untuk memberikan air pasok ke tambak. Saluran pasok dapat berasal dari sungai untuk memasok ke saluran utama maupun saluran sekunder. Lebar dasar saluran sekunder untuk saluran pasok menggunakan ketentuan dari Balai Sumber Daya Air Payau Jepara tahun 1984. Tabel hubungan antara lebar saluran utama, perbedaan pasang surut dan luas areal pertambakan diberikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Hubungan antara lebar saluran utama, perbedaan pasang surut dan luas areal pertambakan

Tabel 16. Hubungan antara lebar saluran utama, perbedaan pasang surut dan luas areal pertambakan 1

Perbedaan Pasang Surut (m)	Luas Areal (Ha)	Lebar Saluran utama (m)
Kurang dari 1,5	20 atau kurang	5
Kurang dari 1,5	Lebih dari 20	6
Lebih dari 1,5	20 atau kurang	7
Lebih dari 1,5	Lebih dari 20	8

Sumber : Balai Budidaya Air Payau, Jepara, 1984

(b) Saluran buang

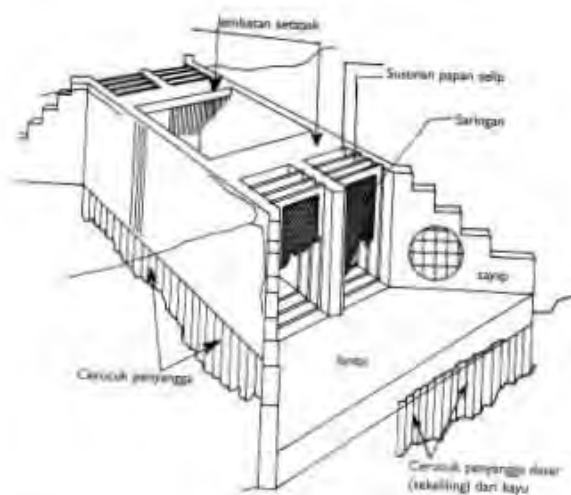
Saluran buang adalah saluran yang berfungsi untuk melewatkan air buangan dari tambak yang berasal dari pergantian air harian maupun akibat luapan air hujan. Dalam analisis perhitungan drainase pada areal pertambakan digunakan sistem gravitasi. Hal tersebut dapat dilakukan mengingat elevasi tambak cukup tinggi dibandingkan elevasi dasar saluran drainase. Dasar saluran buang dibuat dengan kemiringan 0,0002 miring kearah hilir saluran.. Untuk dimensi, elevasi dasar saluran, kemiringan tebing dan lebar saluran pada saluran drainase, dibuat sama dengan saluran pasok dengan pertimbangan kemudahan pelaksanaan di lapangan.

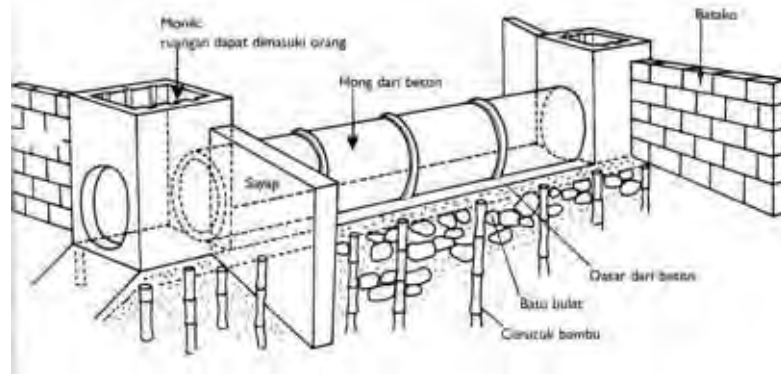
Gambar 46. Saluran tambak (a) Saluran utama (b) Saluran sekunder dan (c) Saluran pasok dan saluran buang 1

(4) Pintu air

Pintu air dapat digongkan menjadi beberapa bagian, yaitu pintu utama dan pintu tambak. Pintu utama yaitu pintu yang terletak pada saluran utama, fungsi dari pintu utama adalah untuk mengendalikan air di dalam saluran. Pintu tambak adalah pintu air yang berfungi untuk mengendalikan air dalam tambak.

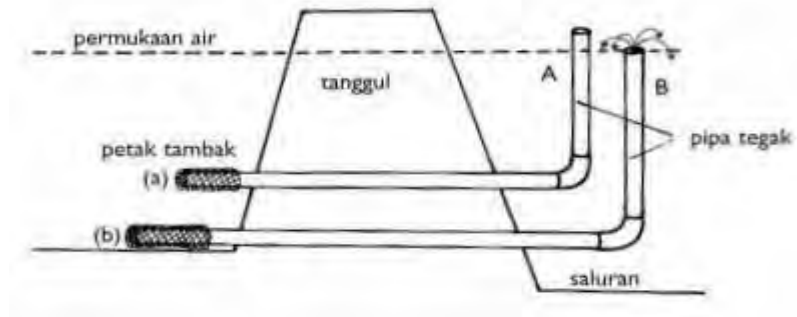
Berdasarkan sistem kerjanya pintu air dibagi menjadi pintu beton, pintu monik, dan pintu kayu, perbedaan dari masing-masing pintu tersebut adalah :

(a) **Pintu beton**, konstruksi lebih kuat sehingga biaya pengadaan mahal dilakukan pada budidaya semi intensif, digunakan sebagai pintu utama karena langsung menghadap sumber air

Gambar 47. Konstruksi pintu beton 1

(b) **Pintu monik**, tipe pintu tertutup, menggunakan gorong-gorong untuk mengalirkan air, diameter penutup disesuaikan dengan diameter gorong-gorong, efektif untuk kebutuhan air yang relatif kecil, banyak digunakan pada tambak intensif

Gambar 48. Konstruksi pintu monik 1

(c) **Pintu kayu**, termasuk tipa terbuka, pintu kayu terdiri dari bilah papan yang disusun berjajar, pintu kayu digunakan untuk mengalirkan ke petak tambak

Gambar 49. Konstruksi pintu kayu 1

(d) **Pintu PVC**, dikenal dengan sistem pipa goyang atau sistem sifon, menggunakan prinsip permukaan air yang selalu rata, pengaturan dilakukan dengan melepas dan memasang kembali pipa pralon

Gambar 50. Konstruksi pintu PVC 1

b) Tata letak penanaman rumput laut

Penanaman rumput laut ditambak jenis *Gracillaria* sp dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu metode dasar dan lepas dasar. Penanaman *Gracillaria* sp dengan metode dasar dapat menggunakan *farm bottom method* untuk mempermudah pengawasan. Umumnya penanaman rumput laut yang dilakukan di tambak menggunakan metode lepas dasar dengan model tali tunggal, metode ini dinilai lebih efektif karena mengingat dasar tambak yang cenderung berlumpur, sehingga dengan menggunakan metode lepas dasar bibit rumput laut tidak langsung bersentuhan dengan dasar tambak. Rumput laut juga tidak mudah tertutupi oleh lumpur yang terbawa arus air. Sehingga pertumbuhan rumput laut tidak terhambat.

Gambar 51. Penaaman rumput laut di tambak 1

Penanaman bibit rumput laut diikatkan pada tali nilon yang diikatkan pada patok-patok kayu yang telah disiapkan sebelumnya. jarak antar patok 25 – 30 cm panjang tali tunggal ytang digunakan dapat menyesuaikan dengan ukuran petak tambak, umumnya berjarak 5 m per unitnya. Rumpun-rumpun *Gracillaria* sp ditebarkan secara merata ke seluruh bagian tambak dengan padat penebaran 80-100 g/m^2 atau 800-1000 kg/ha. Penebaran dilakukan pada pagi atau sore hari dan pada cuaca yang teduh atau sejuk.

Eksplorasi

Setelah anda membaca uraian di atas, berkunjunglah ke area tambak yang digunakan untuk penanaman rumput laut. lalu gambarlah desain lay out tambak yang anda kunjungi lengkap dengan ukurannya.

Mengasosiasi

Setelah anda memiliki gambar layout tambak dan mengetahui kegunaannya, coba anda sesuaikan dengan kebutuhan kehidupan rumput laut Gracialaria sp, *dapatkah anda membuat rekomendasi petakan tambak yang dapat digunakan untuk area penanaman rumput laut, lakukan dan diskusikan bersama kelompok anda!*

Mengkomunikasikan

Setelah anda melakukan kegiatan-kegiatan diatas coba anda buat laporan dan tayangkan di depan kelas hasil kerja dan diskusi saudara didepan kelas!

3. Tugas

Buatlah suatu perencanaan penanaman rumput laut yang ditanam di laut dan di tambak, lakukan kegiatan pemilihan lokasi, analisa kelayakan lokasi hingga metode penanaman dan tata letak penanaman rumput laut. Catat dan laporkan sebagai tugas individu!

4. Refleksi

Isilah pernyataan berikut ini sebagai refleksi pembelajaran!

a Dari hasil kegiatan pembelajaran apa saja yang telah anda peroleh dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap?

____

____

b Apakah anda merasakan manfaat dari pembelajaran tersebut, jika ya apa manfaat yang anda peroleh? jika tidak mengapa?

____

____

c Apa yang anda rencanakan untuk mengimplementasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari apa yang telah anda pelajari?

____

____

d Apa yang anda harapkan untuk pembelajaran berikutnya?

____

____

5. Tes Formatif

1 Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi untuk penanaman rumput laut adalah…

A. Faktor lokasi

B. Faktor kondisi bibit

C. Fator ekologis

D. Faktor psikologis

2 Persyaratan lokas secara ekologis yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi, antara lain…

A. Keterlindungan, topografi dan keamanan

B. Sumber air tawar, pencemaran dan elevasi lahan

C. Ketersediaan bibit, kondisi dasar perairan dan sarana prasarana

D. Gerakan air, kedalaman perairan dan suhu perairan

3 Pasang surut perlu diperhatikan pada penanaman rumput laut, alasan yang paling tepat dibawah ini adalah…

A. Pasang surut berpengaruh terhadap pengisian dan pengosongan air pada budidaya rumput laut yang dilakukan di tambak

B. Pasang surut berpengaruh terhadap pergerakan air yang membawa oksigen terlarut yang dibutuhkan rumput laut

C. Pasang surut berpengaruh terhadap konstruksi tanam yang digunakan untuk penanaman rumput laut

D. Pasang surut berpengaruh terhadap suplai nutrien yag dibutuhkan rumput laut

4 Faktor ekologis yang paling penting untuk diperhatikan dalam pemilihan metode penanaman rumput laut adalah…

A. Pasang surut

B. Salinitas

C. Kedalaman

D. Suhu

5 Nutrient dibutuhkan dalam jumlah sedikit oleh rumput laut, namun sangat berperan penting. Kadar phosphat dalam perairan juga dapat mencerminkan kondisi perairan, terutama…

A. Tingkat kecerahan

B. Tingkat kekeruhan

C. Tingkat kesuburan

D. Tingkat pencemaran

6 Metode skoring merupakan salah satu metode penilaian yang dapat digunakan untuk menilai kelayakan suatu lokasi budidaya dengan mempertimbangkan beberapa variabel, yang termasuk variabel primer dalam penilaian adalah…

A. Padatan tersuspensi, suhu dan salinitas

B. Kandungan nutrien, kecepatan arus dan kedalaman

C. Kepadatan fitoplankton, klorofil-a dan material dasar perairan

D. Material dasar perairan kecepatan arus dan padatan tersuspensi

7 Nilai kecepatan arus yang paling baik untuk penanaman rumput laut ditambak adalah…

A. 10 – 20 cm/detik

B. 20 – 30 cm/detik

C. 30 – 40 m/detik

D. > 40 cm/detik

8 Penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh, mengolah dan menginterpretasi citra yang telah direkam yang berasal dari interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan suatu objek, pernyataan tersebut adalah definisi dari penginderaan jauh menurut…

A. Lillesand dan Kiefer

B. Colwell

C. Curran

D. Sabins

9 Metode penanaman rumput laut yang dapat digunakan untuk penanaman di laut dan tambak adalah, kecuali…

A. Metode dasar perairan (*bottom method)*
B. Metode lepas dasar (*off bottom method*)
C. Metode apung (*floating method*)
D. Metode jaring (*spider web method*)

10 Bagian tambak yang digunakan untuk melakukan penanaman rumput laut adalah…

A. Saluran tambak
B. Pintu tambak
C. Pematang tambak
D. Petakan tambak

C. PENILAIAN

1. Penilaian Sikap

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
1.	Sebelum memulai pelajaran, berdoa sesuai agama yang dianut siswa					
2.	Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran di kelas					
3.	Kesungguhan siswa dalam melaksanakan praktek					
4.	Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek					
5.	Kejujuran selama melaksanakan praktek					
6.	Disiplin selama melaksanakan praktek					
8.	Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek					
9.	Kerjasama antar siswa dalam belajar					
10.	Menghargai pendapat teman dalam kelompok					
11.	Menghargai pendapat teman kelompok lain					

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
12.	Memiliki sikap santun selama pembelajaran					
	Jumlah					
	Total					
	Nilai Akhir					

Kualifikasi Nilai pada penilaian sikap

Skor	Kualifikasi
1,00 – 1,99	Kurang
2,00 – 2,99	Cukup
3,00 – 3,99	Baik
4,00	Sangat baik

$$\mathbf{NA} = \frac{\sum \mathbf{skor}}{\mathbf{12}}$$

RUBIK PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

ASPEK	KRITERIA	SKOR
L. Berdoa sesuai agama yang dianut siswa	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
M. Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
N. Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
O. Kejujuran selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
P. Disiplin selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
Q. Memiliki sikap santun selama pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
R. Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

ASPEK	KRITERIA	SKOR
S. Kesungguhan dalam mengerjakan tugas	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
T. Kerjasama antar siswa dalam belajar	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
U. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
V. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN
TEKNIK NON TES BENTUK PENGAMATAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

No	Nama Siswa	Skor Aktivitas Siswa											Jml	NA
		Aspek Sikap												
		Berdoa sebelum belajar	Interaksi	Ketelitian	Kejujuran	Disiplin	Santun	Tanggungjawab	Kesungguhan	Kerjasama	Menghargai dlm klpk	Menghargai klpk lain		
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN
PENILAIAN DIRI

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

NO	PERNYATAAN	YA	TIDAK
1	Saya mampu mengidentifikasi persyaratan ekologis, teknis dan sosial ekonomi dalam pemilihan lokasi rumput laut		
2	Saya bisa menganalisa kelayakan lokasi penanaman rumput laut dengan metode skoring		
3	Saya bisa menjelaskan manfaat analisa kelayakan lokasi penanaman rumput laut dengan metode penginderaan jarak jauh		
4	Saya bisa membuat desain dan tata letak penanaman rumput laut yang akan dilakukan di laut		
5	Saya bisa membuat desain dan tata letak penanaman rumput laut yang akan dilakukan di tambak		

2. Penilaian Pengetahuan

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar!

a. Jelaskan persyaratan ekologis apa saja yang perlu diperhatikan pada pemilihan lokasi budidaya rumput laut?

b. Jelaskan mengapa pencemaran perlu dihindari pada pemilihan lokasi budidaya rumput laut?

c. Jelaskan kriteria lokasi yang dapat digunakan untuk budidaya *Eucheuma cottonii*?

d. Jelaskan kriteria lokasi yang dapat digunakan untuk budidaya *Gracillaria* sp?

e. Jelaskan metode penanaman rumput laut yang bias dilakukan di laut?

3. Penilaian Keterampilan

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN ASPEK KETERAMPILAN DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Membaca buku bacaan / sumber belajar lainnya sebelum pelajaran					
2.	Memahami konsep 5M dalam pembelajaran					
3.	Mengaplikasikan kegiatan 5M yang dicantumkan					
4.	Mengidentifikasi persyaratan lokasi penanaman rumput laut di laut					
5.	Mengidentifikasi persyaratan lokasi penanaman rumput laut di tambak					
6.	Menganalisa kelayakan lokasi dengan menggunakan metode skoring					
7.	Membuat desain dan tata letak penanaman rumput laut yang akan dibudidaya di laut					
8.	Membuat desain dan tata letak penanaman rumput laut yang akan dibudidaya di tambak					
9.	Menulis laporan praktek sesuai out line					

	yang dianjurkan					
10.	Menulis laporan dengan memaparkan dan membahas data hasil praktek					

Keterangan skor :

1 : tidak terampil, belum dapat melakukan sama sekali

2 : sedikit terampil, belum dapat melakukan tugas dengan baik

3 : cukup terampil, sudah mulai dapat melakukan tugas dengan baik

4 : terampil, sudah dapat melakukan tugas dengan baik

Kegiatan Pembelajaran 3. Teknik Penanaman Rumput Laut

A. Definisi

Teknik penanaman rumput laut merupakan materi yang mempelajari tentang proses penanaman rumput laut baik yang dilakukan di laut maupun yang dilakukan di tambak. materi yang akan dibahas meliputi :

1. Persiapan sarana dan prasarana penanaman rumput laut
2. Kriteria bibit rumput laut
3. Teknik penanaman rumput laut

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Siswa yang telah mempelajari topik ini diharapkan mampu :

a. Menyiapkan dan menghitung kebutuhan sarana prasarana penanaman rumput laut
b. Menentukan kriteria bibit rumput laut dan menghitung kebutuhan bibit
c. Menerapkan teknik penanaman rumput laut

2. Uraian Materi

a. Persiapan Sarana dan Prasarana

1) Persiapan sarana dan prasarana budidaya rumput laut di laut

Persiapan sarana dan prasarana budidaya rumput laut diawali dengan penentuan lokasi budidaya, penentuan metode budidaya yang akan digunakan, penentuan jenis rumput laut yang akan dibudidayakan sesuai lokasi dan metode yang digunakan serta pemenuhan peralatan budidaya, serta penyediaan bibit rumput laut yang akan ditanam sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan.

Mengamati - Menanya

Setelah anda mampu menentukan lokasi penanaman rumput laut dan menentukan desain dan tata letak yang akan digunakan. sekarang anda diharapkan mampu mengidentifikasi sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk melakukan penanaman rumput laut sesuai dengan desain dan tata letak yang akan anda lakukan!

Coba anda buat daftar sarana dan prasarana apa saja yang anda butuhkan untuk membuat media tanam rumput laut sesuai dengan rencana yang telah anda buat! Diskusikan dengan kelompok dan guru pendamping!

Isilah tabel dibawah ini !

Nama :

Kelompok :

Metode Penanaman :

Tabel. Kebutuhan Sarana dan prasarana penanaman rumput laut di laut!

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah
Sarana			
1			
2			
3			
4			
5	Dst		
Prasarana			
1			
2			
3			
4			
5	dst		

a) Metode dasar perairan (*bottom farm method*)

Metode sebar pada dasar perairan merupakan metode penanaman rumput laut yang paling sederhana, karena relatif mudah dan murah. Sarana dan prasarana yang digunakan juga tidak banyak. Sarana dan prasarana yang digunakan antara lain :

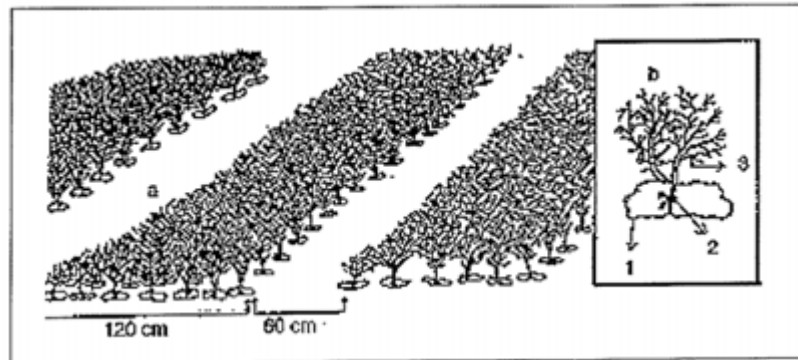
(1) Bibit rumput laut yang akan dikembangkan ±100 gr/ titik

(2) Gunting/pisau untuk memotong bibit dan tali

(3) Batu/karang/balok semen sebagai tempat menempelnya bibit rumput laut dan pemberat

(4) Tali rafia untuk mengikat bibit rumput laut

(5) Keranjang untuk membawa bibit yang akan ditanam

(6) Jaring untuk membatasi area penanaman agar bibit tidak terbawa arus

Gambar 52. Pengikatan rumput laut pada batu/karang 1

b) Metode tali lepas dasar (*monoline method*)

Metode tali lepas dasar telah banyak digunakan untuk penanaman rumput laut yang dilakukan di daerah pesisir pantai atau daerah pasang surut. Metode ini dapat menggunakan tali tunggal maupun tali ganda. Sarana prasarana yang dibutuhkan jika menggunakan metode ini antara lain :

(1) Bibit rumput laut yang akan dikembangkan ±100 gr/ titik

(2) Gunting/pisau untuk memotong bibit dan tali

(3) Golok untuk memotong patok kayu atau bambu

(4) Meteran untuk mengukur kebutuhan panjang tali dan area penanaman

(5) Tali rafia untuk mengikat bibit rumput laut

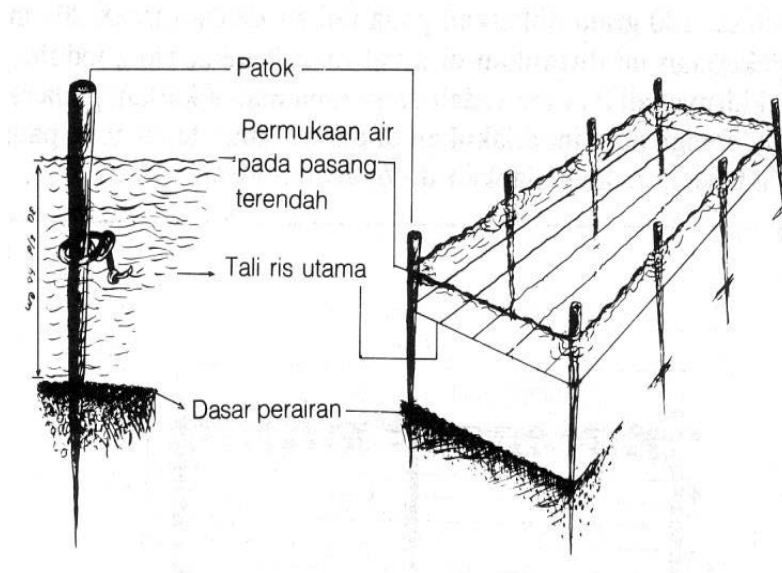
(6) Tali utama (*multifilament polyethylene*/ PE) ukuran 6 mm yang menghubungkan patok dengan patok

(7) Tali ris bentang (*multifilament polyethylene*/ PE) ukuran 4 mm sebagai tempat mengikat bibit rumput laut

(8) Patok kayu atau bambu berdiameter minimal 5 cm

(9) Palu untuk menancapkan patok kayu atau bambu

(10) Keranjang untuk menampung bibit rumput laut yang akan ditanam

(11) Lilin dan api untuk menumpulkan tali PE

Gambar 53. Konstruksi metode tali lepas dasar 1

c) Metode jaring lepas dasar (*spider web method*)

Metode jaring lepas dasar merupakan metode yang dikembangkan dari metode tali lepas dasar, namun memiliki konstruksi yang lebih kuat. metode jaring ini memerlukan peralatan yang relatif sama dengan metode tali, namun kebutuhan jumlah tali yang digunakan lebih banyak. sarana dan prasarana yang digunakan antara lain :

(1) Bibit rumput laut yang akan dikembangkan ±100 gr/ titik

(2) Gunting/pisau untuk memotong bibit dan tali

(3) Golok untuk memotong patok kayu atau bambu

(4) Meteran untuk mengukur kebutuhan panjang tali dan area penanaman

(5) Tali rafia untuk mengikat bibit rumput laut

(6) Tali utama (*multifilament polyethylene*/ PE) ukuran 6 mm yang menghubungkan patok dengan patok

(7) Tali ris utama dan ris bentang (*multifilament polyethylene*/ PE) ukuran 4 mm sebagai tempat mengikat bibit rumput laut
(8) Patok kayu atau bambu berdiameter minimal 5 cm
(9) Palu untuk menancapkan patok kayu atau bambu
(10) Keranjang untuk menampung bibit rumput laut yang akan ditanam
(11) Lilin dan api untuk menumpulkan tali PE

d) Metode kantong lepas dasar (*tubular method*)

Metode kantong lepas dasar juga merupakan modifikasi dari metode tali. Penanaman dengan menggunakan metode kantong ini tidak hanya menggunakan tali namun juga menggunakan jaring/waring yang dibuat seperti kantong dengan diameter ±10 cm sehingga bibit rumput laut yang akan dikembangkan dimasukkan ke dalam kantong. Sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk metode ini antara lain :

(1) Bibit rumput laut yang akan dikembangkan 100 - 150 gr/ titik
(2) Gunting/pisau untuk memotong bibit, tali dan jaring/waring
(3) Golok untuk memotong patok kayu atau bambu
(4) Meteran untuk mengukur kebutuhan panjang tali dan area penanaman
(5) Tali rafia/nilon untuk membentuk kantong
(6) Jaring/waring dengan mata jaring 2,5 – 5 cm yang dibentuk kantong dengan diameter 10 cm
(7) Tali utama (*multifilament polyethylene*/PE) ukuran 6 mm yang menghubungkan patok dengan patok
(8) Tali ris utama (*multifilament polyethylene*/PE) ukuran 4 mm sebagai tempat mengikat bibit rumput laut
(9) Patok kayu atau bambu berdiameter minimal 5 cm
(10) Palu untuk menancapkan patok kayu atau bambu
(11) Keranjang untuk menampung bibit rumput laut yang akan ditanam
(12) Lilin dan api untuk menumpulkan tali PE

Gambar 54. Kantong jaring yang dipasang secara horizontal 1

e) Metode tali panjang (*long line method*)

Metode *long-line* adalah cara membudidayakan rumput laut di kolom air (*eufotik*) dekat permukaan perairan dengan menggunakan tali yang dibentangkan dari satu titik ke titik yang lain dengan panjang 25-50 m, dapat dalam bentuk lajur lepas atau terangkai dalam bentuk segiempat dengan bantuan pelampung dan jangkar. Metode tali panjang dapat menggunakan 2 konstruksi yang berbeda yaitu konstruksi berbingkai/ ganda (*multiple longline method*) serta konstruksi lepas/ tali tunggal (*longline method*). Berdasarkan konstruksinya maka penggunaan konstruksi dengan bingkai membutuhkan sarana dan prasarana yang lebih banyak. Kebutuhan sarana dan prasarana untuk metode ini antara lain :

(a) Konstruksi berbingkai/ ganda (*multiple longline method*)

- Perahu sebagai sarana transportasi menuju lokasi penanaman
- Bibit rumput laut yang akan dikembangkan 100 - 150 gr/ titik
- Gunting/ pisau untuk memotong bibit, tali dan jaring/ waring
- Meteran untuk mengukur kebutuhan panjang tali dan area penanaman
- Tali rafia/ nilon untuk mengikat bibit rumput laut
- Keranjang untuk menampung bibit rumput laut
- Lilin dan api untuk membuat simpul tali
- Tali jangkar yang terbuat dari PE diameter minimal 10 mm dengan panjang menyesuaikan kedalaman perairan (3 kali kedalaman perairan), tali jangkar sebaiknya tidak terlalu pendek sehingga unit dapat bergerak mengikuti gerakan arus air namun juga tidak terlalu panjang

- Konstruksi terbuat dari tali utama yang terbuat dari tali PE diameter minimal 10 mm yang disusun membentuk segiempat berukuran minimal 25x100 meter, maksimal 50x100 meter dan pada setiap sudut dipasang pelampung utama.
- Setiap 25 meter pada sisi 100 meter diberi tali pembantu dan pelampung pembantu PE diameter min 6 mm yang berfungsi mempertahankan ukuran konstruksi.
- Tali ris bentang tali PE diameter min 4-5 mm dengan panjang 25x50 meter diikatkan pada tali utama dengan jarak 1 m
- Jangkar/pemberat yang terbuat dari besi/beton/batu/ karung berisi pasir atau besi pancang dengan berat min 50 kg
- Pelampung utama yang diikatkan pada setiap sudut bingkai, pelampung utama dapat terbuat dari jerigen plastik ukuran 25 liter atau bahan lain yang memiliki fungsi sama.
- Pelampung pembantu yang diikatkan pada setiap jarak 5 – 10 m untuk membantu pelampung utama dalam menjaga posisi unit konstruksi. pelampung pembantu dapat terbuat dari jerigen plastik yang ukurannya lebih kecil dari pelampung utama.
- Pelampung ris bentang yang terbuat dari botol plastik bekas ukuran 600 ml diikat pada tali ris bentang masing-masing 5-10 buah.

(b) Konstruksi lepas/ tali tunggal (*longline method*)

- Perahu sebagai sarana transportasi menuju lokasi penanaman
- Bibit rumput laut yang akan dikembangkan 100 - 150 gr/ titik
- Gunting/pisau untuk memotong bibit, tali dan jaring/waring
- Meteran untuk mengukur kebutuhan panjang tali dan area penanaman
- Tali rafia/nilon untuk mengikat bibit rumput laut

- Keranjang untuk menampung bibit rumput laut
- Lilin dan api untuk membuat simpul tali
- Konstruksi terbuat dari tali utama yang terbuat dari tali PE diameter minimal 10 mm sepanjang 50 – 100 m yang keduanya diberi pelampung utama
- Pelampung utama yang diikatkan pada setiap sudut bingkai, pelampung utama dapat terbuat dari jerigen plastik ukuran 25 liter atau bahan lain yang memiliki fungsi sama.
- Pelampung pembantu yang diikatkan pada setiap jarak 5 – 10 m untuk membantu pelampung utama dalam menjaga posisi unit konstruksi. Pelampung pembantu dapat terbuat dari jerigen plastik yang ukurannya lebih kecil dari pelampung utama.
- Pelampung ris bentang yang terbuat dari botol plastik bekas ukuran 600 ml diikat pada tali ris bentang pada setiap jarak 2-3 m.

f) Metode rakit apung (*raft method*)

Metode rakit bambu apung adalah cara membudidayakan rumput laut dikolom air (*eufotik*) dekat dengan permukaan perairan dengan menggunakan tali yang diikatkan pada konstruksi rakit bambu apung. Metode rakit apung juga banyak digunakan oleh pembudidaya rumput laut di Indonesia. Sarana prasarana yang dibutuhkan pada metode ini antara lain :

(1) Perahu sebagai sarana transportasi menuju lokasi penanaman
(2) Bibit rumput laut yang akan dikembangkan 100 - 150 gr/ titik
(3) Gunting/pisau untuk memotong bibit, tali dan jaring/waring
(4) Meteran untuk mengukur kebutuhan panjang tali dan area penanaman
(5) Tali rafia/nilon untuk mengikat bibit rumput laut
(6) Keranjang untuk menampung bibit rumput laut
(7) Lilin dan api untuk membuat simpul tali

(8) Bambu yang telah tua umurnya dengan diameter 8-10 cm, lurus dan tidak pecah. Bambu diikat hingga terbentuk persegi sebagai bingkai unit penanaman dengan ukuran 7 x 8 m atau 2,5 x 5 m

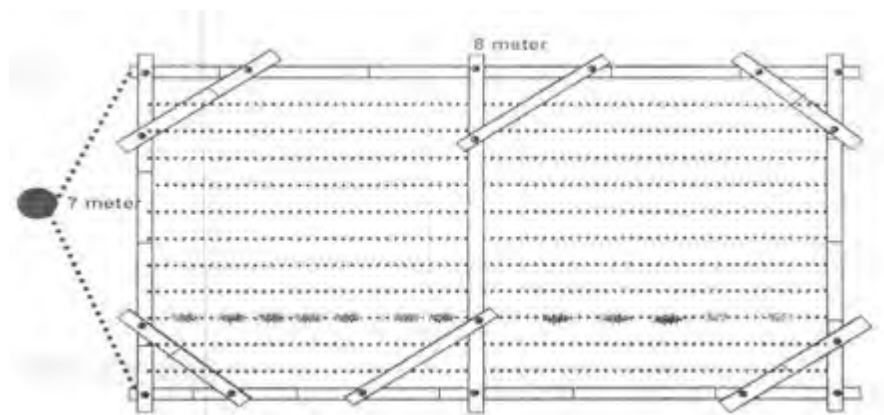
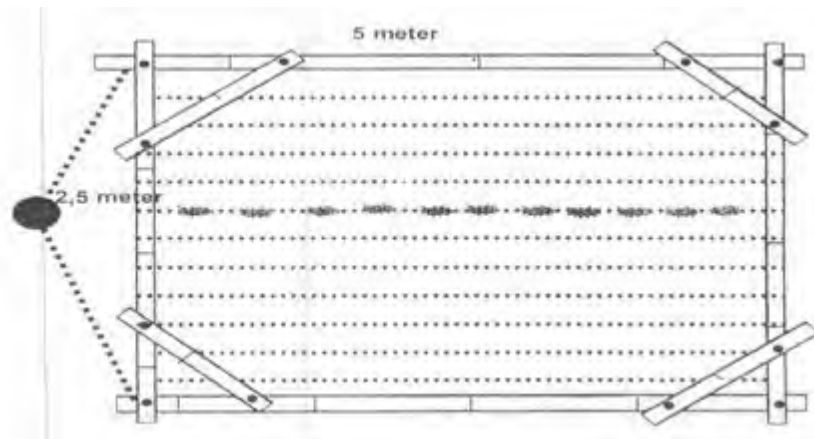
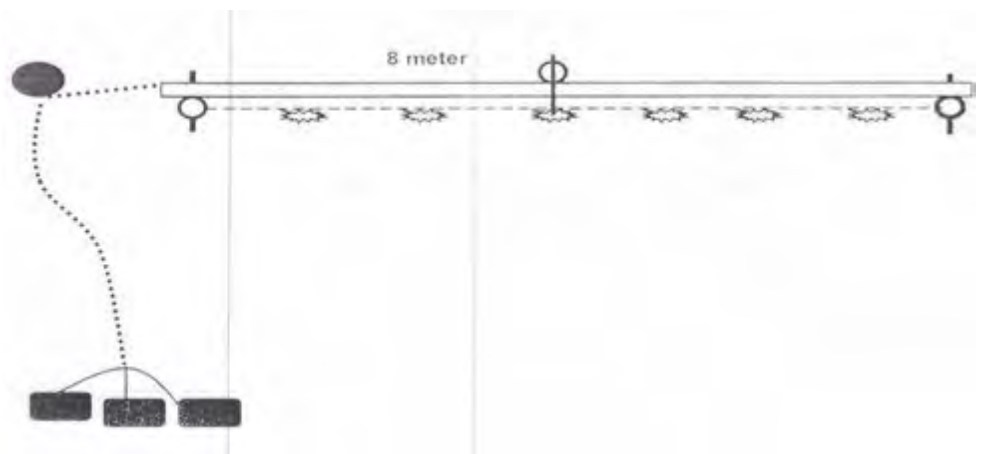
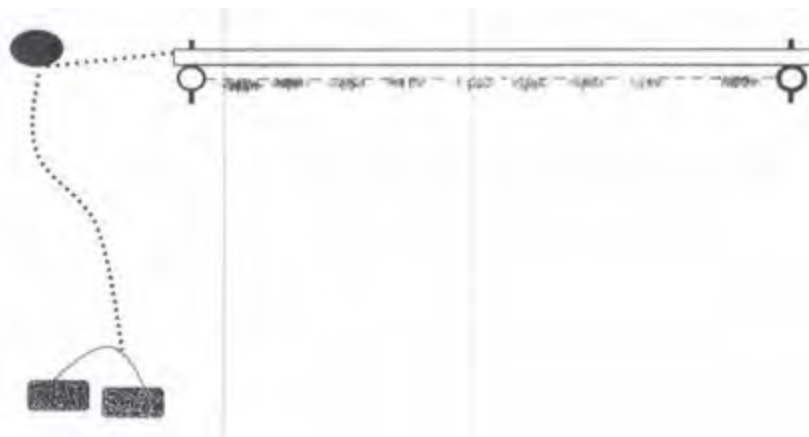
(9) Tali jangkar yang terbuat dari PE diameter minimal 10 mm dengan panjang menyesuaikan kedalaman perairan (3 kali kedalaman perairan), tali jangkar sebaiknya tidak terlalu pendek sehingga unit dapat bergerak mengikuti gerakan arus air namun juga tidak terlalu panjang

(10) Tali ris bentang tali PE diameter minimal 2-4 mm dengan panjang 25x50 meter diikatkan pada tali utama dengan jarak 20-30 m

(11) Pelampung utama yang diikatkan pada setiap sudut bingkai, pelampung utama dapat terbuat dari jerigen plastic ukuran 25 liter atau bahan lain yang memiliki fungsi sama.

(12) Pelampung pembantu yang diikatkan pada setiap jarak 5 – 10 m untuk membantu pelampung utama dalam menjaga posisi unit konstruksi. Pelampung pembantu dapat terbuat dari jerigen plastik yang ukurannya lebih kecil dari pelampung utama.

(13) Pelampung ris bentang yang terbuat dari botol plastik bekas ukuran 600 ml diikat pada tali ris bentang pada setiap jarak 2-3 m.

(14) Jangkar : beton, besi, batu, karung berisi pasir dengan berat minimal 50 kg /buah atau pancang minimal 2 buah.

Gambar 55. Unit rakit apung dengan ukura 7x8 m (tampak atas) 1

Gambar 56. Unit rakit apung dengan ukuran 2,5x5 m (tampakatas) 1

Gambar 57. Unit rakit apung dengan ukuran 7x8 m (tampak samping) 1

Gambar 58. Unit rakit apung dengan ukura 2,5x5 m

(tampak samping) 1

Gambar 59. Pembuatan rakit untuk penanaman rumput laut 1

g) Metode kantong apung (*tubular method*)

Metode kantong apung merupakan modifikasi yang banyak digunakan pada laut lepas pantai dengan ombak yang cenderung besar. Penggunaan kantong pada metode apung merupakan upaya penanggulangan beberapa masalah yang ditemui pada penanaman rumput laut dengan metode apung. Metode ini umumnya memiliki konstruksi yang kuat sehingga membutuhkan sarana dan prasarana yang lebih banyak dibandingkan dengan metode apung lainnya. Sarana dan prasarana yang dibutuhkan jika menggunakan metode ini antara lain :

(1) Perahu sebagai sarana transportasi menuju lokasi penanaman
(2) Bibit rumput laut yang akan dikembangkan 100 - 150 gr/ titik
(3) Gunting/pisau untuk memotong bibit, tali dan jaring/waring
(4) Meteran untuk mengukur kebutuhan panjang tali dan area penanaman
(5) Tali rafia/nilon untuk mengikat bibit rumput laut
(6) Keranjang untuk menampung bibit rumput laut
(7) Lilin dan api untuk membuat simpul tali
(8) Tali jangkar yang terbuat dari PE diameter minimal 10 mm dengan panjang menyesuaikan kedalaman perairan (3 kali kedalaman perairan), tali jangkar sebaiknya tidak terlalu

pendek sehingga unit dapat bergerak mengikuti gerakan arus air namun juga tidak terlalu panjang

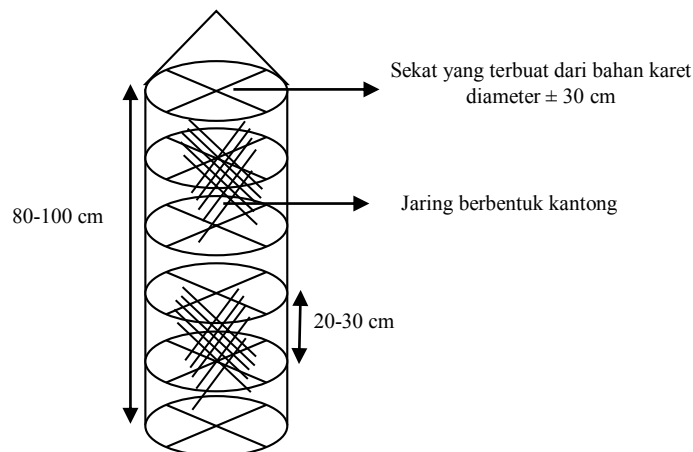
(9) Tali ris bentang tali PE diameter minimal 2-4 mm dengan panjang 25x50 meter diikatkan pada tali utama dengan jarak 20-30 m

(10) Pelampung utama yang diikatkan pada setiap sudut bingkai, pelampung utama dapat terbuat dari jerigen plastik ukuran 25 liter atau bahan lain yang memiliki fungsi sama.

(11) Pelampung pembantu yang diikatkan pada setiap jarak 5 – 10 m untuk membantu pelampung utama dalam menjaga posisi unit konstruksi. Pelampung pembantu dapat terbuat dari jerigen plastik yang ukurannya lebih kecil dari pelampung utama.

(12) Pelampung ris bentang yang terbuat dari botol plastik bekas ukuran 600 ml diikat pada tali ris bentang pada setiap jarak 2-3 m.

(13) Jangkar : beton, besi, batu, karung berisi pasir dengan berat minimal 50 kg /buah atau pancang minimal 2 buah.

(14) Jaring/waring dengan ukuran mata jaring 2-3 cm yang dibentuk kantong, pada daerah tertentu kantong yang digunakan ada yang diberi sekat dari bahan karet dengan diameter 30 cm dan disusun bertingkat hingga 10 tingkat dengan jarak masing-masing tingkat 20-30 cm untuk menambah bobot unit.

Gambar 60. Kantong jaring dengan menggunakan sekat 1

Ukuran jaring dapat bervariasi tergantung kebutuhan dan skala usaha yang dilakukan. Luasan jaring juga perlu diperhitungkan sehingga jumlah bibit yang dimasukkan ke dalam jaring tidak terlalu banyak sekitar 100 – 150 g bibit dan masih tersedia ruang kosong sebagai wadah rumput laut yang tumbuh. Luasan jaring juga perlu diperhatikan agar tidak menghalangi cahaya matahari yang masuk sehingga tidak mengganggu proses fotosintesis tanaman rumput laut. Penyusunan jaring dapat dilakukan dengan bentuk rakit dengan rangka bambu atau kayu, atau dapat pula dengan metode tali panjang. Jarak antara jaring ± 2 m. Jarak ini ditentukan karena pada umumnya penggunaan metode jaring digunakan pada perairan yang memiliki ombak keras sehingga jaring akan bergoyang terombang-ambing mengikuti arus, maka perlu ada jarak yang agak jauh sehingga jaring satu dengan yang lain tidak saling mengganggu.

Setelah semua kebutuhan tersebut terpenuhi, maka kegiatan budidaya rumput laut dengan teknik budidaya di laut siap dilaksanakan. Operasional persiapan tanam rumput laut yang dilakukan di laut lepas meliputi pembuatan petakan atau rakit yang akan digunakan sesuai metode tanam yang dipilih. Berikut dibawah ini gambar sarana prasarana yang sering digunakan dalam pembuatan media tanam rumput laut yang dilakukan di laut lepas (Gambar 58)

(a)

(b)

Gambar 61. Sarana dan prasarana penanaman rumput laut (a) patok, (b) bambu, (c) perahu, (d) keranjang, (e) palu, (f) pelampung, (g) golok, (h) tali PE, (i) tali nilo dan (j) tali rafia 1

Eksplorasi

Setelah anda membaca uraian materi persiapan sarana dan prasarana penanaman rumput laut di laut coba anda siapkan atau buat media tanam rumput laut sesuai dengan sarana prasarana yang dibutuhkan pada kegiatan penanaman rumput laut yang dilakukan di laut sesuai dengan metode yang telah anda tentukan!

2) Persiapan sarana dan prasarana budidaya rumput laut di tambak

Mengamati - Menanya

Lakukan hal yang sama dengan persiapan budidaya rumput laut di laut, sekarang lakukan identifikasi sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk melakukan penanaman rumput laut sesuai dengan desain dan tata letak yang akan anda lakukan!

Coba anda buat daftar sarana dan prasarana apa saja yang anda butuhkan untuk membuat media tanam rumput laut sesuai dengan rencana yang telah anda buat! Diskusikan dengan kelompok dan guru pendamping!

Isilah tabel dibawah ini !

Nama :

Kelompok :

Metode Penanaman :

Tabel. Kebutuhan sarana dan prasarana penanaman rumput laut di tambak!

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah
Sarana			
1			
2			
3			
4			
5	Dst		

Mengamati - Menanya

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah
Prasarana			
1			
2			
3			
4			
5	dst		

Penanaman rumput laut di tambak yang dilakukan secara monokultur maupun polikultur tetap memerlukan beberapa tahapan persiapan tambak. Hal ini dimaksud supaya rumput laut yang ditanam mendapatkan suplai air dan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya, karena mengingat kondisi tambak yang relatif tertutup jika dibandingkan dengan daerah pesisir atau laut lepas. Keterbatasan suplai air dan nutrisi yang diperoleh oleh rumput laut menjadikan faktor pembatas bagi keberhasilan penanaman rumput laut di tambak. persiapan yang dilakukan utuk penanaman rumput laut ditambak antara lain :

a) Pengeringan dasar tambak

Pengeringan ini dimaksudkan untuk mengurangi senyawa – senyawa asam *sulfide* dan senyawa beracun yang terjadi selama tambak terendam air, memungkinkan terjadinya pertukaran udara dalam tambak sehingga proses mineralisasi bahan organik yang diperlukan untuk pertumbuhan kelekap dapat berlangsung, serta untuk membasmi hama penyakit dan benih-benih ikan liar yang bersifat predator ataupun kompetitor.

Agar lebih mempermudah pelaksanaan pengeringan tambak dapat dilakukan pada saat air laut surut. Pengeringan tambak berlangsung selama 1-2 minggu, sampai keadaan tanah retak- retak, namun tidak terlalu kering atau berdebu, atau bila tanah dasar tambak diinjak, kaki masih melesak sedalam 10-20 cm. Untuk mengetahui tingkat

pengeringan tersebut yaitu dengan cara mengukur ketinggian lekukan yang terjadi dalam tanah dasar yang retak- retak tersebut, apabila lapisan telah mencapai 1-2 cm, maka pengeringan sudah dianggap cukup.

Gambar 62. Pengeringan dasar tambak 1

b) Kedok teplok

Kedok teplok adalah pengangkatan lumpur dasar tambak, sebaiknya dilakukan pada saat lumpur dasar dapat diangkat. Kebanyakan petambak melakukan kedok teplok pada saat tergenang sehingga partikel-partikel lumpur yang halus bercampur dengan air, sehingga kadar NH_3 –N dan H_2S tetap tinggi.

c) Pengolahan tanah dasar tambak

Pengolahan tanah dasar dilakukan hanya pada tambak masam dan tambak yang sudah lama beroperasi, dan dilakukan pada musim tertentu, dimana unsur- unsur *toksis* dalam bongkahan tanah dapat teroksidasi dengan sempurna (musim kemarau). Setelah tanah dasar tambak dicangkul atau ditraktor, kemudian dibalik dan lumpur yang ada di dalam caren harus diangkat sambil memperbaiki pematang.

Selanjutnya direndam air (10 – 20 cm) selama ± 7 hari, lalu dikeringkan kembali.

Gambar 63. Pengolahan tanah dasar tambak 1

d) Pengapuran

Pengapuran adalah upaya peningkatan produktivitas tambak, utamanya tambak masam yang bertujuan :

(1) Memperbaiki struktur tanah yaitu meningkatkan daya sanggah (*buffer*) tanah dan air sehingga tidak terjadi perubahan kemasaman (pH) yang ekstrim.

(2) Menetralisasi unsur toksis yang disebabkan oleh aluminium dan zat besi dengan ketersediaan kalsium dalam jumlah yang cukup, sehingga ketersediaan unsur hara seperti posfat akan bertambah.

(3) Menstimulir aktivitas organisme tanah sehingga dapat menghambat organisme yang membahayakan kehidupan udang (*desinfectan*)

(4) Dapat merangsang kegiatan jasad renik dalam tanah sehingga dapat meningkatkan penguraian bahan organik dan nitrogen dalam tanah.

Pada tanah masam dengan pH<5, pengapuran dilakukan sesudah diadakan reklamasi sehingga ph tanah tidak terjadi perubahan yang drastis. Sedangkan pada tanah dasar tambak yang pH>7 tidak dilakukan pengapuran atau pengapuran dalam jumlah yang sedikit sebagai desinfektan saja (Poernomo, 1992). Pengapuran dilakukan pada saat tanah dasar tambak dalam keadaan lembab dan juga dilakukan pada saat pengolahan atau pembalikan tanah dasar tambak. Setelah tanah dasar tambak dikapur dengan kaptan (kapur pertanian) selanjutnya dibiarkan kering dan terjemur.

Gambar 64. Pengapuran dasar tambak 1

e) Pemberantasan Hama

Pemberantasan hama (terutama trisipan, kepiting dan udang / ikan liar) yang paling efektif adalah melalui pengeringan tambak secara sempurna. Sedangkan pengapuran dengan menggunakan kapur hidrat dan kapur oksida pada suhu tinggi juga dapat berfungsi untuk memberantas hama udang liar (Mustafa, 1991). Pemberantasan hama ikan dapat dilakukan dengan menggunakan saponin, dimana keampuhannya sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu dan salinitas air tambak. Pada salinitas rendah yaitu salinitas <20 ppm sebaiknya diaplikasi pada dosis 20-30 kg/ha dan dilakukan pada siang hari, dan

apabila salinitas >30 ppm, saponin diaplikasikan dengan dosis 10-15 kg/ha.

f) Pemupukan

Pemupukan dilakukan sesudah pemberantasan hama, dan pada kondisi sekarang ini pemupukan dilakukan pada semua tingkat teknologi. Jenis dan dosis pupuk ditentukan oleh tingkat kesuburan dari masing- masing tanah dasar tambak. Kesuburan suatu perairan tergantung pada produktivitas tanaman berklorofil, dan ini merupakan interaksi dari berbagai faktor diantaranya tersedianya zat hara dalam perairan (Andarias, 1991). Pemupukan juga sebagai salah satu upaya menambah nutrisi yang nantinya akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan rumput laut

Di dalam pemupukan tambak sebaiknya dalam satu kali masa panen dilakukan dua kali pemupukan, yaitu :

(1) Pemupukan Dasar

Pada pemupukan dasar yang ditumbuhkan terutama adalah klekap (lumut dasar). Jenis dan dosis pupuk yang diperlukan dalam setiap hektar adalah : pupuk kandang dicampur dengan dedak halus dengan dosis 1-2 ton/ha, kemudian disebar merata ke dasar tambak. Selanjutnya campuran pupuk urea 100-150 kg/ha dan SP36 sebanyak 50-75 kg/ha, juga disebar merata keseluruh permukaan tambak. Masukkan air ke dalam tambak sampai mencapai ketinggian 10-20 cm dengan menggunakan saringan dan biarkan menguap selama 2 minggu. Bila keadaan air di permukaan telah menjadi jernih sedang dasar tambak telah tampak hijau ditumbuhi klekap, maka air di dalam tambak ditambah secara bertahap sampai mencapai kedalaman 60-100 cm. Jika keadaan air sudah cukup stabil, maka petakan siap untuk ditebari.

(2) Pemupukan Susulan

Pemupukan susulan dilakukan pada saat air telah terisi dan jika dirasa perlu. Jika diperkirakan makanan alami di tambak hampir habis (masa pemeliharaan ±1 bulan), maka perlu dilakukan pemupukan susulan dengan menggunakan pupuk urea dan SP36 dengan dosis urea 10-15 kg/ha dan SP36 5-10 kg/ha.

Pada pemupukan susulan ini merupakan penambahan nutrisi bagi rumput laut, dan dilakukan setiap 10-14 hari sekali. Pupuk susulan ditebarkan pada pelataran tambak. Pemupukan tidak dianjurkan pada tambak-tambak yang mempunyai tanah dasar bersifat masam (pH < 6). Dapat juga dilakukan pemupukan apabila sudah dilakukan proses pengapuran (penebaran kapur tohor) atau menggantungkan batu kapur dimuka pintu-pintu air.

g) Pengisian air tambak dilakukan dalam 2 tahap, yaitu pertama diisi air laut 60 cm dan dibiarkan selama 2 hari, dan tahap kedua penambahan air laut hingga 100 cm. Setelah tambak diisi air laut dengan ketinggian 100 cm, tambak dibiarkan selama 2 hari untuk memaksimalkan hasil pemupukan. Berikutnya, tambak siap ditebari bibit rumput laut.

Penanaman rumput laut di tambak dapat dilakukan dengan menggunakan metode dasar perairan dengan sistem sebar (*broad cast method*) dan sistem dasar (*bottom farm method*) dan lepas dasar, dengan sistem tali tunggal (*monoline method*), sistem jaring (*spider web method*) atau dengan sistem kantong (*tubular method*). Pada umumnya penanaman rumput laut di tambak menggunakan metode lepas dasar dengan sistem tali tunggal (*monoline method*) hal ini untuk menghindari penumpukan lumpur dari dasar tambak, sehingga rumput laut tidak tertutupi oleh lumpur yang terbawa oleh arus dan angin. Penanaman dapat dilakukan dalam 1 petak atau beberapa petak sesuai dengan lokasi yang tersedia. Persiapan unit penanaman dapat dilakukan pada saat air telah terisi

penuh. Sarana dan prasarana yang digunakan dalam penanaman rumput laut di tambak sama antara lain :

a) Bibit rumput laut yang akan dikembangkan ±100 gr/ titik
b) Gunting/pisau untuk memotong bibit dan tali
c) Golok untuk memotong patok kayu atau bambu
d) Meteran untuk mengukur kebutuhan panjang tali dan area penanaman
e) Tali rafia untuk mengikat bibit rumput laut
f) Tali utama (*multifilament polyethylene*/PE) ukuran 6 mm yang menghubungkan patok dengan patok
g) Tali ris bentang (*multifilament polyethylene*/PE) ukuran 4 mm sebagai tempat mengikat bibit rumput laut
h) Patok kayu atau bambu berdiameter minimal 5 cm
i) Palu untuk menancapkan patok kayu atau bambu
j) Keranjang untuk menampung bibit rumput laut yang akan ditanam
k) Lilin dan api untuk menumpulkan tali PE

Eksplorasi

Setelah anda membaca uraian materi persiapan sarana dan prasarana penanaman rumput laut di tambak coba anda siapkan atau buat media tanam rumput laut sesuai dengan sarana prasarana yang dibutuhkan pada kegiatan penanaman rumput laut yang dilakukan di tambak sesuai dengan metode yang telah anda tentukan!

b. Pemilihan bibit rumput laut

1) Ciri-ciri bibit yang baik

Kualitas bibit rumput laut merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan pada kegiatan penanaman rumput laut baik yang dilakukan di laut maupupun di tambak. Bibit yang baik berasal dari tanaman induk

yang sehat, segar, dan bebas dari jenis lain. Tanaman induk yang sehat dipilih dari hasil budidaya bukan dari stok alam.Untuk memperoleh hasil panen yang optimal dapat diawali dari pemilihan bibit yang baik. adapun kriteria bibit yang baik antara lain :

a) Bibit dari tunas muda, bersih dan segar
b) Bila dipegang terasa elastis atau kenyal
c) Mempunyai cabang yang banyak dengan ujungnya yang berwarna kuning kemerah-merahan.
d) Mempunyai batang yang tebal dan berat
e) Bebas dari tanaman lain atau benda-benda asing.
f) Tidak terdapat bercak dan terkelupas
g) Mempunyai warna yang cerah dan spesifik
h) Berumur 25 – 35 hari

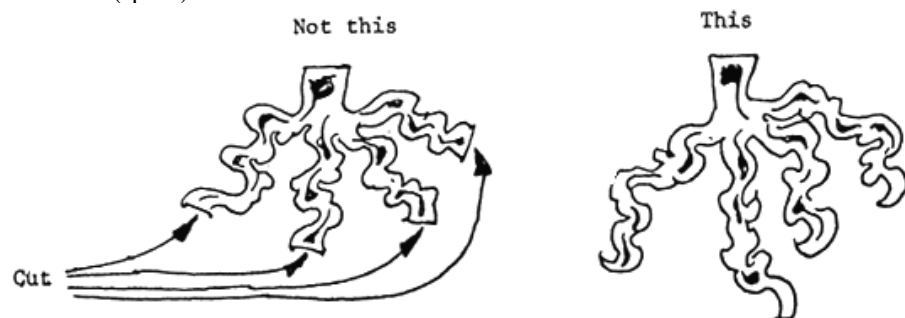
Tanaman yang muda terdiri dari sel dan jaringan muda, sehingga pertumbuhan rumput laut juga akan optimal dan pertambahan bobot rumput laut pun akan maksimal. Bibit tanaman yang bersih (bebas dari debu dan kotoran lain) dapat melaksanakan penyerapan makanan dan fotosintesis dengan baik, sehingga tanaman dapat tumbuh optimal. Tanaman yang segar tampak dari thalusnya yang keras dan warna yang cerah. Sebaliknya tanaman yang layu *thallus*nya terlihat lembek dan berwarna pucat.

Gambar 65. Bibit rumput laut segar 1

Pengadaan bibit

Bibit rumput laut yang akan digunakan dapat diperoleh dari hasil pembibitan petani lain ataupun dari hasil panen sebelumnya yang telah disortasi. Pengadaan bibit ini dapat dengan memanfaatkan sifat-sifat reproduksi vegetatif dan generatif.

Vegetatif (fragmentasi)

Ambil bagian ujung-ujungnya dan potong kira-kira sepanjang 10 - 20 cm. Dipilih bagian ujung tanaman karena bagian ini terdiri dari sel dan jaringan muda sehingga akan memberikan pertumbuhan yang optimal. Ada juga petani/ nelayan yang tidak perlu susah-susah mengadakan bibit. Mereka mendapatkan tanaman baru dari sisa panen yang ditinggalkan di tempat budidaya. Jadi, mereka memungut hasil dengan cara memotong rumput laut tanpa membuka ikatan. Dan menyisakan bagian tanaman tetap dalam ikatan di lokasi budidaya. Akan tetapi, cara ini akan didapat keraginan yang lebih sedikit karena bibit berasal dari tanaman tua.

Gambar 66. Bibit rumput laut 1

Di samping kedua cara di atas, ada cara lain dalam pengadaan bibit ini, yaitu dengan memanfaatkan sifat reproduksi generatif tanaman. Mula-mula dipilih tanaman dewasa yang sehat dan segar. Tempatkan tanaman ini dalam bak yang berisi air laut dan kulit kerang, balok semen, jaring, atau benda padat lain yang dapat berfungsi sebagai bahan substrat. Dari tanaman ini akan keluar

spora yang selanjutnya menempel pada substrat. Setelah spora menjadi tanaman kecil, maka substrat harus dipindahkan ke lokasi budidaya.

Jumlah bibit yang diperlukan

Bila sumber perolehan bibit sudah ada dan konstruksi untuk budidaya sudah siap di lokasi budidaya, maka bibit harus sudah tersedia dan siap ditanam. Bibit yang disediakan harus cukup, sesuai dengan luas areal budidaya.

Untuk metode lepas dasar, luas tiap petakan budidaya adalah satu hektar (100 m^2) dengan bibit sekitar 240 kg. Sementara untuk metode rakit, rakit berukuran 2,5 x 5 m^2 memerlukan bibit sekitar 30 kg. Sedangkan budidaya rumput laut di tambak setiap hektarnya memerlukan bibit *Gracilaria* sp antara 800 - 1000 kg.

2) Perlakuan dan pengangkutan bibit

Bila di daerah sekitar lokasi budidaya tidak terdapat sumber bibit, maka kita harus mendatangkannya dari daerah lain. Untuk menjaga agar kondisi rumput laut tetap segar diperlukan perlakuan-perlakuan yang tidak merusak bibit dan menurunkan kualitas bibit. Bibit harus selalu dalam kondisi lembab untuk menghindari rusaknya *thallus* rumput laut, serta tetap ada sirkulasi udara untuk menghindari pembusukan.

Gambar 67. Pengemasan dan perlakuan bibit eumput laut 1

Pengangkutan bibit dari lokasi sumber ke lokasi budidaya dapat dilakukan dengan cara pengepakan. Bibit rumput laut disusun dalam kantong plastik secara berselang-seling dengan *spons*, atau kain, atau kapas yang telah dibasahi air laut. Agar bibit tidak rusak, penyusunan ini jangan dipadatkan. Ikat bagian atas plastik bila sudah penuh, dan buat lubang pada bagian ini dengan cara menusuk-nusukkan jarum. Bibit rumput laut yang telah dimasukkan ke dalam plastik kemudian dikemas dalam kotak (*sterofoam*) terlebih dahulu sebelum bibit dibawa dengan perjalanan darat atau udara. Sedangkan pengangkutan rumput laut dengan perahu atau sampan cukup disimpan di dasar perahu, dan ditutup. Perlakuan seperti itu dimaksudkan agar selama dalam perjalanan bibit tetap lembap atau basah, terhindar dari panas matahari langsung dan panas mesin, tidak terkena air tawar dan air hujan, bibit selalu mendapat sirkulasi udara, serta bibit tidak terkena minyak atau kotoran-kotoran lain.

Gambar 68. Pengangkutan bibit rumput laut [1]

Pada *Gracilaria* tanaman yang dipilih untuk bibit adalah *Gracilaria* yang pada usia panennya memiliki "kandungan agar-agar" yang cukup tinggi dan memiliki "kekuatan gel" yang tinggi pula. Pemeriksaan di laboratorium oleh pakar sebelum tanaman dijadikan bibit dapat membantu memilih bibit yang baik dan dapat mencegah menyebarnya bibit yang berkualitas rendah. Bagian tanaman yang dipilih untuk bibit adalah *thallus* yang relatif masih muda dan sehat, yang diperoleh dengan cara memetik dari rumpun tanaman yang sehat pula dengan panjang sekitar 5 sampai 10 cm. Dalam memilih bibit perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

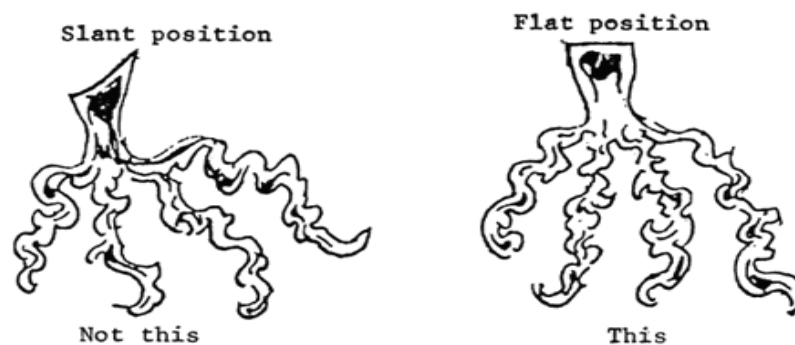
a) *Thallus* yang dipilih masih elastis;
b) *Thallus* memiliki banyak cabang dan pangkalnya lebih besar dari cabangnya;
c) Ujung *thallus* berbentuk lurus dan segar;
d) Bila *thallus* digigit/dipotong akan terasa getas (*britel*);
e) Bebas dari tanaman lain (*epifit*) dan kotoran lainnya.

Gambar 69. Bibit rumput laut siap tanam 1

c. **Teknik Penanaman Rumput Laut**

Teknik penanaman rumput laut diawali dari kegiatan pengikatan bibit rumput laut yang akan ditanam. Pengikatan bibit rumput laut dapat dilakukan di darat atau langsung dilokasi budidaya. Pengikatan rumnput laut didarat lebih mengefisienkan waktu karena dapat menggunakan tenaga kerja yang lebih banyak sehingga bibit tidak terlalu lama berada di daratan dan terpapar sinar matahari langsung. Pengikatan bibit rumput laut dapat dilakukan dengan sistem borongan oleh beberapa tenaga kerja yang membantu, atau secara gotong royong bergantian antar petani rumput laut. Kegiatan pengikatan bibit ini juga dapat memberikan lapangan pekerjaan baru yang sifatnya musiman bagi masyarakat pesisir. Pengikatan bibit rumput laut ada beberapa metode tergantung dari daerah masing-masing, karena setiap daerah punya cara yang berbeda dalam pengikatan bibit rumput laut. Sebelum diikat bibit rumput laut dipotong dan ditimbang terlebih dahulu. rata-rata bobot bibit yang akan ditanam 100-150 gr per titik.

Gambar 70. Penimbangan bibit rumput laut 1

Pemotongan bibit rumput laut sebaiknya secara horizontal bukan potongan miring, hal ini bertujuan untuk memperkecil penampang *thallus* rumput laut yang akan terpampang langsung dengan perairan bebas. Penampang rumput laut akan mempermudah resiko rumput laut yang terserang penyakit, hal ini karena bibit rumput laut juga memerlukan adaptasi pada saat penanaman. Besarnya penampang maka akan memperbesar juga resiko rumput laut untuk infeksi akibat sayatan.

Gambar71. Pemotongan bibit rumput laut 1

Pengikatan bibit sebaiknya dilakukan cepat setelah bibit tersedia. Pengikatan bibit dikenal ada tiga cara yaitu cara simpul pita, loop pendek dan loop panjang. Masing-masing cara mempunyai kelemahan dan kelebihan

a) Cara simpul pita biasanya menggunakan tali rafia mudah dikerjakan tetapi tali rafia tidak tahan lama sehingga harus sering diganti.

b) Cara loop pendek pengikatan bibit lebih kaku tetapi cara pemasangan lebih cepat lebih kuat.
c) Cara loop panjang pengikatan bibit lebih mudah tetapi mudah terbelit bila arus relatif besar

Penanaman bibit dilakukan segera saat bibit masih segar. Sebelumnya bibit rumput laut dipotong-potong dan diikat dengan menggunakan tali rafia. Hal ini dimaksudkan agar tidak berhamburan dan mudah penanamannya. Juneidi (2004) menjelaskan bahwa cara mengikatkan bibit rumput laut pada tali nilon di beberapa daerah tidak sama. Masing-masing daerah memiliki kebiasaan sendiri dalam mengikatkan bibit pada tali nilon. Beberapa teknik mengikat bibit pada tali nilon, antara lain:

a) Membuka pilinan tali nilon dan memasukkan tali rafia 20 cm yang dilipat dua, kemudian ujung tali rafia dimasukkan ke dalam lipatan rafia, dan ditarik kencang. Bibit rumput laut diikatkan dengan cara menempatkan bibit di antara lipatan dan mengikatnya dengan simpul hidup.
b) Membuka pilinan tali nilon dan memasukkan tali rafia ke dalam pilinan dan membuatnya terikat. Kemudian tali rafia dilingkarkan dan buatlah terikat kencang pada tali nilon.

Gambar 72. Pengikatan bibit rumput laut (a) bibit langsung dimasukan diantara pilinan tali (b) bibit diikat dengan tali rafia dengan posisi seimbang. 1

Pengikatan bibit rumput laut (a) bibit langsung dimasukkan diantara pilinan tali (b) bibit diikat dengan tali rafia dengan posisi seimbang.

Pengikatan rumpun bibit tanaman dengan tali rafia yang terdiri beberapa *thallus* dengan berat ±100 g harus cukup kuat, sehingga tidak mudah lepas akan tetapi tidak menyebabkan putusnya *thallus*. Pengikatan setiap ikat rumpun bibit pada tali ris harus kuat agar tidak mudah lepas atau bergeser, bibit juga sebaiknya diikat dengan posisi seimbang dan tidak bertumpuk atau terlalu banyak. Hal ini bertujuan untuk menjaga ikatan bibit agar tidak mudah patah dan rusak. Pengikatan bibit yang terlalu banyak dan bertumpuk juga dapat mempengaruhi penerimaan cahaya sehingga nantinya akan menghambat proses fotosintesis.

Gambar 73. Pengikatan bibit rumput laut oleh petani rumput laut secara gotong royong [1]

Gambar 73. Pengikatan bibit rumput laut oleh petani rumput laut secara gotong royong

Bibit rumput laut yang telah terikat dan telah siap ditanam ke laut atau tambak sebaiknya dicek terlebih dahulu untuk menghindari bibit terlepas atau tali bentang yang kusut akibat terlalu banyak ikatan. Penanaman rumput laut sebaiknya dilakukan pada pagi hari atau sore hari agar bibit rumput laut yang ditanam tidak rusak karena perubahan suhu yang cukup tinggi. Kegiatan tanam harus dilakukan dengan hati-hati agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Kegiatan tanam adalah dimasukkannya bibit tanaman ke dalam air di lokasi budidaya, baik dengan

metode lepas dasar, rakit maupun tali gantung. Pada metode lepas dasar penanaman dilakukan dengan mengikat tali ris yang sudah berisi ikatan rumput tanaman pada tali ris utama. Penanaman dapat pula dilakukan dengan megikatkan rumput tanaman pada tali ris yang sudah terentang di lokasi budidaya akan tetapi pekerjaan demikian dibatasi oleh keadaan pasang. Pada metode rakit, penanaman dilakukan dengan menurunkan rakit yang sudah berisi tanaman ke air di lokasi budidaya atau mengikatkan tali ris yang berisi tanaman pada rakit yang sudah terpasang di laut. Pada metode tali gantung, penanaman dilakukan dengan menggantungkan rangka gantungan yang sudah berisi tanaman pada konstruksi yang sudah tersedia.

Pengikatan bibit rumput laut pada media tanam pada penanaman yang dilakukan di perairan dengan kedalaman > 2 meter sebaiknya dilakukan didaratan sehingga bibit dapat langsung diikatkan pada rakit atau jaring yang akan digunakan. Sedangkan pada penanaman di dasar perairan dengan perairan yang dangkal penanaman bibit rumput laut dapat dilaksanakan langsung di lokasi budidaya.

Rakit dan jaring yang telah ditanami bibit rumput laut di darat dapat dimasukkan atau dibawa ke lokasi penanaman rumput laut yang telah ditentukan. Penanaman rumput laut ke lokasi budidaya pada rakit dan jaring yang telah siap ditarik dengan bantuan kapal. Setelah tiba di lokasi yang budidaya maka dilakukan penurunan jangkar yang dapat terbuat dari batu atau besi yang diikatkan pada tali yang terhubung dengan konstruksi rakit atau jaring. Jangkar biasanya digunakan pada budidaya rumput laut yang dilakukan pada laut yang memiliki kedalaman lebih dari 3 m, atau kedalaman yang tidak memungkinkannya dilakukan pemancangan dengan kayu atau besi di dasar perairan dengan penyelaman. Bila dapat dilakukan penyelaman untuk menancapkan tiang pancang didasar perairan maka penggunaan jangkar dapat diganti dengan tiang pancang. Penggunaan tiang pancang biasanya digunakan pada perairan yang relatif dangkal.

(a) (b)

Gambar 74. Penanaman bibit rumput laut (a) penurnan rakit ke laut, (b) bibit yang akan ditanam dengan metode monoline di bawah ke lokasi budidaya. 1

Penanaman bibit rumput laut (a) penurunan rakit ke laut, (b) bibit yang akan ditanam dengan metode monoline di bawa ke lokasi budidaya.

Penanaman harus dilakukan pada keadaan laut dan cuaca yang memungkinkan untuk bekerja dengan mudah. Pada metode lepas dasar penanaman dilakukan pada saat air surut. Pada metode rakit penanaman dilakukan ketika laut tidak berombak besar (tinggi gelombang kurang dari 0,5 m). Penanaman harus dilakukan pada saat tanaman masih segar segera setelah selesai pengikatan bibit agar diperoleh pertumbuhan yang maksimal.

Bila jarak antara sumber bibit rumput laut dengan areal penanaman rumput laut maka bibit dapat diangkut dengan menggunakan perahu dengan ditutup terpal agar tidak terkena sengatan sinar matahari secara langsung. Bibit rumput laut sebaiknya tetap dalam keadaan basah dan hindarkan dari terkena air hujan, minyak atau bahan kimia lainnya.

Mengeksplorasi

Jika anda sudah membuat metode penanaman sesuai dengan perencanaan awal, sekarang lakukanlah penanaman bibit rumput laut, pilih bibit rumput laut yang baik sesuai kriteria lalu tanamlah bibit tersebut di area penanaman rumput laut yang telah anda pilih. Catat penggunaan bibit yang anda tanam untuk masing-masing metode tanam yang anda buat! Lakukanlah penanaman rumput laut di laut dan di tambak!

3. Tugas

Lakukanlah penanaman rumput laut sesuai dengan lokasi, tata letak dan metode penanaman di laut dan di tambak untuk masing-masing 1 kali masa panen. Catatlah semua data yang anda peroleh, mulai dari perencanaan hingga panen. Diskusikan dengan kelompok anda kemudian paparkan didepan kelas seluruh proses yang telah anda lakukan, serta susunlah laporan secara tertulis.

4. Refleksi

Isilah pernyataan berikut ini sebagai refleksi pembelajaran!

a Dari hasil kegiatan pembelajaran apa saja yang telah anda peroleh dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap?

____

____

____

b Apakah anda merasakan manfaat dari pembelajaran tersebut, jika ya apa manfaat yang anda peroleh? jika tidak mengapa?

____

____

c Apa yang anda rencanakan untuk mengimplementasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari apa yang telah anda pelajari?

d Apa yang anda harapkan untuk pembelajaran berikutnya?

5. Tes Formatif

1 Penanaman rumput laut yang dilakukan di laut dengan metode sebar membutuhkan sarana dan parasarana dibawah ini…

A. tali nilon, patok, pelampung dan rakit

B. bibit, batu/karang, gunting dan perahu

C. tali rafia, patok, gunting dan pelampung

D. batu/karang, tali rafia, gunting dan bibit

2 Penggunaan benang nilon dapat digantikan dengan tali rafia, jelaskan fungsi dari tali rafia pada penanaman rumput laut…

A. sebagai tali jangkar

B. sebagai pengikat jangkar

C. sebagai pengikat pelampung

D. sebagai pengikat rumput laut

3 Pembuatan kantong pada penanaman rumput laut dengan metode kantong dapat dibuat sendiri dengan menggunakan…

A. tali rafia

B. tali nilon

C. tali PE 8

D. tali PE 10

4 Pada metode apung baik model longline, rakit atau kantong memerlukan sarana yang berfungsi untuk menjaga konstruksi agar tidak terbawa arus, sarana tersebut adalah…

A. jangkar/pemberat
B. pelampung
C. tali ris
D. patok

5 Persiapan sarana dan prasarana penanaman rumput laut yang dilakukan ditambak antara lain…

A. pengeringan tambak, pengolahan dasar tambak dan pemupukan
B. pengolahan dasar tambak, pengapuran dan pemasangan aerasi
C. pengeringan tambak, pemupukan dan pemasangan aerasi
D. pengolahan dasar tambak, pengapuran dan pengosongan lahan

6 Tujuan dari dilaksanakan pengeringan tambak adalah, kecuali…

A. mengurangi senyawa – senyawa asam sulfide dan senyawa beracun yang terjadi selama tambak terendam air
B. memungkinkan terjadinya pertukaran udara dalam tambak sehingga proses mineralisasi bahan organik yang diperlukan untuk pertumbuhan pakan alami
C. membasmi hama penyakit dan benih- benih ikan liar yang bersifat predator ataupun competitor
D. menetralisir kadar keasaman dasar tambak

7 Pemupukan tambak dapat dilakukan sebanyak 1 atau 2 kali tergantung kondisi perairan, alasan dilakukannya pemupukan ke-2 atau pemupukan susulan adalah…

A. rumput laut terlalu subur
B. perairan berwarna hijau
C. rumput laut terlihat segar
D. rumput laut nampak layu dan menguning

8 Pemilihan bibit rumput laut harus sesuai dengan criterianya, bibit yang baik memiliki ciri-ciri sebagai berikut…

A. bibit dari tunas tua, elastic dan banyak cabangnya
B. bibit elastis, muda dan lurus
C. bibit bebas dari kotoran dan berumur 10 hari
D. bibit berumur 25 – 35 hari dan berwarna pudar

9 Pengikatan bibit rumput laut tidak boleh dilakukan terlalu padat hal ini disebabakan karena…

A. dapat menghalangi penetrasi cahaya
B. terlalu berat tali risnya
C. menarik hama untuk mendekati
D. nilai ekonomisnya terlalu rendah

10 Penanaman bibit rumput laut sebaiknya dilakukan pada…

A. dini hari
B. pagi hari
C. siang hari
D. malam hari

C. PENILAIAN

1. Penilaian Sikap

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :...........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Sebelum memulai pelajaran, berdoa sesuai agama yang dianut siswa					
2.	Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran di kelas					
3.	Kesungguhan siswa dalam melaksanakan praktek					
4.	Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek					
5.	Kejujuran selama melaksanakan praktek					
6.	Disiplin selama melaksanakan praktek					
8.	Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek					
9.	Kerjasama antar siswa dalam belajar					
10.	Menghargai pendapat teman dalam kelompok					
11.	Menghargai pendapat teman kelompok lain					

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket
		1	**2**	**3**	**4**	
12.	Memiliki sikap santun selama pembelajaran					
	Jumlah					
	Total					
	Nilai Akhir					

Kualifikasi Nilai pada penilaian sikap

Skor	Kualifikasi
1,00 – 1,99	Kurang
2,00 – 2,99	Cukup
3,00 – 3,99	Baik
4,00	Sangat baik

$$\mathbf{NA} = \frac{\sum \mathbf{skor}}{\mathbf{12}}$$

RUBIK PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

ASPEK	KRITERIA	SKOR
W. Berdoa sesuai agama yang dianut siswa	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
X. Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
Y. Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
Z. Kejujuran selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
AA. Disiplin selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
BB. Memiliki sikap santun selama pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
CC. Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

ASPEK	KRITERIA	SKOR
DD. Kesungguhan dalam mengerjakan tugas	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
EE. Kerjasama antar siswa dalam belajar	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
FF. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
GG. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN
TEKNIK NON TES BENTUK PENGAMATAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

No	Nama Siswa	Skor Aktivitas Siswa											Jml	NA
		Aspek Sikap												
		Berdoa sebelum belajar	Interaksi	Ketelitian	Kejujuran	Disiplin	Santun	Tanggungjawab	Kesungguhan	Kerjasama	Menghargai dlm klpk	Menghargai klpk lain		
1														
2														
3														
4														
5														

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN PENILAIAN DIRI

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

NO	PERNYATAAN	YA	TIDAK
1.	Saya mampu mengidentifikasi kebutuhan sarana dan prasarana untuk masing-masing metode penanaman rumput laut		
2.	Saya mampu menyiapkan sarana prasarana untuk penanaman rumput laut dengan metode dasar (*bottom farm methode*)		
3.	Saya mampu menyiapkan sarana prasarana untuk penanaman rumput laut dengan metode tali lepas dasar (*monoline methode*)		
4.	Saya mampu menyiapkan sarana prasarana untuk penanaman rumput laut dengan metode jaring lepas dasar (*spider web method*)		
5.	Saya mampu menyiapkan sarana prasarana untuk penanaman rumput laut dengan metode kantong lepas dasar (*tubular method*)		
6.	Saya mampu menyiapkan sarana prasarana untuk penanaman rumput laut dengan metode tali panjang (*longline method*)		
7.	Saya mampu menyiapkan sarana prasarana untuk penanaman rumput laut dengan metode rakit apung (*raft method*)		
8.	Saya mampu menyiapkan sarana prasarana		

	untuk penanaman rumput laut dengan metode kantong apung (*tubular method*)		
9.	Saya mampu melakukan persiapan lahan tambak untuk penanaman rumput laut ditambak		
10.	Saya mampu memilih bibit rumput laut sesuai kriteria		
11.	Saya mampu mengikat bibit rumput laut		
12.	Saya mampu menanam rumput laut sesuai kriteria		

2. Penilaian Pengetahuan

a. Sebutkan sarana prasaraan yang harus disiapkan untuk penanaman rumput laut dengan metode kantong lepas dasar)

b. Jelaskan langkah-langkah yang dilakukan jika akan membuat rakit apung untuk penanaman rumput laut!

c. Jelaskan tahapan yang dilakukan pada persiapan penanaman rumnput laut yang dilakukan di tambak!

d. jelaskan kriteria bibit rumput laut yang baik!

e. Jelaskan cara penanganan bibit rumput laut yang akan ditanam!

3. Penilaian Keterampilan

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN ASPEK KETERAMPILAN DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :.........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Membaca buku bacaan / sumber belajar lainnya sebelum pelajaran					
2.	Memahami konsep 5M dalam pembelajaran					
3.	Mengaplikasikan kegiatan 5M yang dicantumkan					
4.	Mengidentifikasi kebutuhan sarana dan prasarana penanaman rumput laut					
5.	Menyiapkan sarana dan prasarana penanaman rumput laut sesuai metode yang ditentukan					
6.	Menyiapkan lahan untuk penanaman rumput laut di tambak					
7.	Memilih bibit rumput laut sesuai kriteria					
8.	Menghitung kebutuhan bibit rumput laut					
9.	Mengikat bibit dan menanam rumput laut					
10.	Menanam bibit rumput laut sesuai prosedur					
11.	Menulis laporan praktek sesuai out line					

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket
		1	2	3	4	
	yang dianjurkan					
12	Menulis laporan dengan memaparkan dan membahas data hasil praktek					

Keterangan skor :

1 : tidak terampil, belum dapat melakukan sama sekali

2 : sedikit terampil, belum dapat melakukan tugas dengan baik

3 : cukup terampil, sudah mulai dapat melakukan tugas dengan baik

4 : terampil, sudah dapat melakukan tugas dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E dan Liviawati, E., 1993. Budidaya Rumput Laut dan Cara Pengolahannya. Penerbit Bhratara, Jakarta.

Amarullah, 2007. Pengelolaan Sumberdaya Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kota Baru Untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut *(Eucheuma cottonii).* Tesis. Program Pascasarjana Intitut Pertanian Bogor. Bogor:

Amiluddin, N.M. 2007. Kajian Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* yang Terkena Penyakit Ice-ice di Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu. Thesis. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor. 63 hal.

Anggadiredja, J.T. 2007. Potential and Prospect of Indonesia Seaweed Industry Development. The Indonesia Agency for the Assessment and Application of Technology – Indonesia Seaweed Society. Jakarta.

Anggadireja, J., Zatnika, A., Sujatmiko, W., Istiani, dan Noor, Z., 1993. Teknologi Produk Perikanan dalam Industri Farmasi. Dalam Studium General Teknologi dan Alternatif Produk Perikanan dalam Industry Farmasi. Makalah IPB, Bogor.

Anonimous. 1990. Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut. Puslitbang Perikanan. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Jakarta.

Anonimous. 1999. Pengembangan Teknologi Pengelolaan Rumput Laut dan Padang Lamun. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Anonimous, 2001. Teknologi Budidaya Rumput Laut. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Balai Budidaya Laut Lampung.

Anonimous. 2007. Klaster Rumput Laut Sebagai Solusi Untuk Pengembangan Industri Rumput Laut. Makalah disampaikan pada Seminar Kebijakan Investasi Bidang Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan 5 Juli 2007. Ditjen P2HP. DKP.

Arief, M. dan W.L. Laksmi. 2006. Analisis Kesesuaian Perairan Tambak di Kabupaten Demak Ditinjau Dari Nilai Klorofil-a, Suhu Permukaan Perairan, dan Muatan Padatan Tersuspensi Menggunakan Data Citra Satelit Landsat ETM 7+. Jakarta. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*. 3(1): 108-118.

Arifin Z, Adiwidjaya D, Komarudin U, dkk. 2007. Penerapan Best Management Practices (BMT) pada Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricus) Intensif. Departemen Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya air Payau. Jepara.

Ariyati, R.W., L. Sya'rani, dan E. Arini. 2007. Analisis Kesesuaian Perairan Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan Sebagai Lahan Budidaya Rumput Laut Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pasir Laut*. 3(1): 27-45.

Aslan, L.M. 1998. *Budidaya Rumput Laut.* Penerbit Kanisius Yogyakarta. 97 hal

Atmadja, W.S. 1986. Koloni dan Sukresi pada Alga Laut Bentik. Oseana Vol.XI No.1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Osenologi LIPI. Jakarta

Atmadja, W. S, Kadi, A., Sulistijo dan Rachmaniar. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. PusLitBang Oseanologi – LIPI, Jakarta.

Atmadja, W.S. 2007. Apa Rumput Laut itu Sebenarnya?. Artikel Seaweed

Bakosurtanal. 1996. *Pengembangan Prototipe Wilayah Pesisir dan Marine Kupang-Nusa Tenggara Timur*. Pusat Bina Aplikasi Inderaja dan Sistem Informasi Geografis, Cibinong.

Balio, D.D. and Tookwinas, S. 2002. Manajemen Budidaya Udang yang Baik dan Ramah Lingkungan di Daerah Mangrove. Petunjuk Pelaksanaan Pengolahan Akuakultur No. 25. Kerjasama SEAFDATCH Asean.

Basmal J. 2002. Pengolahan *Eucheuma cottonii* menjadi Produk *Alkali Treated Carrageenan*. Dalam Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Pasca Panen Perikanan. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Hal 176 – 177.

Basmi, J. 2000. Planktonologi : Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. Makalah, Fakultas Perikanan Instistut Pertanian Bogor, Bogor.

Besweni. 2002. Kajian Ekologi Ekonomi Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Kepulauan Seribu (Studi Kasus di Gugusan Pulau Pari). Thesis. Pascasarjana. IPB. 67 hal.

Black, J. A. 1986. Oceans and Coastal : An Introduction to Oceanography. W.M. Brown Publisher, IOWA.

Boney, A. D. 1965. Aspect of The Biology of The Seaweeds *and* Economic Importance. *In* : Basic in *Mar. Bot*. 3 :205 – 253.

Boyd. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Auburn University. Alabama. USA

Brotowijoyo, M. D., Dj. Tribawono., E. Mulbyantoro. 1995. *Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air.* Penerbit Liberty, Yogyakarta.

Chan W.L, Tiensongrusmee B, Pontjoprawiro and Soedjarwo. 1988. Note on Site Selection. Seafarming Workshop Report. Bandar Lampung. hal. 24-30

Chapman, V.J., and D.J. Chapman. 1980. *Seaweeds and Their Uses*. Third Edition. London, New York: Chapman and Hall. 333 p.

cP Kelco Aps. Carrageenan. Denmark.http://www.cPKelco.com [15 Agustus 2004].

Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut ; Aset Pembangunan Berkelanjutan.* Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P., and Sitepu. M.J. 2001. Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu (*Integrated Coastal and Marine Resource Management*). PT. Paradnya Paramita, Jakarta.

Darmayanti, Y., Hatmanti, A., Farida, N. dan Surahman. 2001. Studi Hama dan Penyakit. *Laporan akhir Penelitian Pengembangan Bibit Unggul Rumput Laut, Pengelolaan Kualitas Air serta Hama dan Penyakitnya*. Proyek Penelitian, Pengembangan dan Pemanfaatan Sumberdaya Laut Dalam. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI Jakarta. 7 hlm.

Departemen Pertanian. 1995. *Rumput Laut.* Cara, Budidaya dan Pengolahannya. Kantor Wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Jakarta. hlm 35-41

Direktorat Jenderal Perikanan. 1982. *Petunjuk Teknis Budidaya Laut*. Ditjen Perikanan, Jakarta.

Doty, M.S. 1985. *Eucheuma alvarezii* sp.nov (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. Di dalam: Abbot IA, Norris JN (editors). Taxonomy of Economic Seaweeds. California Sea Grant College Program. p 37 – 45.

Doty. M.S. 1987. The Production and Uses of *Eucheuma*. Di dalam: Doty MS, Caddy JF, Santelices B (editors). Studies of Seven Commercial Seaweeds Resources. FAO Fish. Tech. Paper No. 281 Rome. p 123-161.

Dwidjosaputro. 1992. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 231 hal.

Effendi, H. 2000. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelola Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 257 hal.

Fachruddin Syah A. 2010. Penginderaan Jauh dan Aplikasinya di Wilayah Pesisir dan Lautan. Jurnal Kelautan, Vol 3 No.1. ISSN : 1907-9931. Hal 18-28

FAO, 1990. Training Manual on *Gracilaria* Culture and Seaweed Processing in China. Rome. p 37-42.

Fitria Widaningsih. 2004. Penanaman Rumput Laut dan Ikan Secara Polikultur. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. PPPG Pertanian Cianjur.

Haumau, S. 2005. *Distribusi Spatial Fitoplankton di Perairan Teluk Haria Saparua, Maluku Tengah.* Ilmu Kelautan Indonesian *Journal* Of Marine Science, UNDIP. Vol 10. No 3. hal 126 – 136.

Hutabarat, J. 1988. Evaluasi Kondisi Biohidrography dalam Penentuan Lokasi Budidaya Laut. Workshop Budidaya Laut. Jepara. 10 hal.

Hutagalung H. P. dan A. Rozak. 1997. *Penetuan Kadar Nitrat.* Metode Analisis Air Laut , Sedimen dan Biota. H. P Hutagalung, D. Setiapermana dan S. H. Riyono *(Editor)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi. LIPI, Jakarta.

Ibrahim, H.M.Y. 1998. Studi Kelayakan Bisnis. Jakarta: Rineka Cipta

Indriani, H. dan Suminarsih, E. 2001. Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Rumput Laut. Penebar Swadaya. 99 hlm.

Indriani, H., and Sumiarsih E. 1991. *Rumput Laut*. Jakarta: Penebar Swadaya. 99 hlm.

Intan Rahima Sary. 2004. Penanaman Rumput Laut di Tambak. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. PPPG Pertanian Cianjur

Juneidi A.W. 2004. Teknik Budidaya Rumput Laut.. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.

Juneidi, A.W. 2004. Rumput Laut, Jenis dan Morfologisnya. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.

Kadi, A. dan Atmadja, W.S. 1988. Rumput Laut Jenis Algae*.* Reproduksi, Produksi, Budidaya dan Pasca Panen*.* Proyek Studi Potensi Sumberdaya Alam Indonesia. Jakarta: Pusat penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 101 hlm.

Kangkan, A.L. 2006. Studi Penentuan Lokasi Untuk Pengembangan Budidaya Laut Berdasarkan Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur. Thesis. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro. Semarang. 129 hal

Khasanah U. 2013. Analisis Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* di Perairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo. Skripsi. Fakultas ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Largo, B.D., Fukami, K. and Nishijima, T. 1995. Occasional Pathogenic Bacteria Promoting Ice-ice Disease in the Carrageenan-producing Red Algae *Kappaphycus alvarezii* and *Eucheuma denticulatum* (Solieriaceae, Gigartinales, Rhodophyta). Journal of Applied Phycology, 7:545-554.

Lewmanomont, K. 1992. A Review Paper on The Taxonomy of *Gracilaria* In Asian Countries. Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. In Report On Regional Study and Workshop on Taxonomi, Ecology and Prosessing of Economically Important Red Seaweed. FAO Corp.

Lillesand and Kiefer, (1979), Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons, New York.

Luning. 1990. Seaweeds, Their Environmental, Biogeography and Ecophysiology, a Willey Interscience Publication, John Willey and Sons Inc, New York

Mc Connaugey, B.H. 1970. Introduction to Marine Biology. The CV Mosby Co.St Lois.USA

Moirano AL. 1977*. Sulphated Seaweed Polysaccharides in Food Colloids.* Graham MD (editor). The AVI Publishing Company Inc. Westpoint Connecticut.347 – 381 p.

Msuya F.E, Mwanahija S. Shalli, K Sullivan, B Crawford, J Tobey and A J. Mmochi. 2007. A Comparative Economic Analysis of Two Seaweed Farming Methods in Tan-zania Sustainable Coastal Communities and Ecosystems Program. USAID.

Mubarak H, Soegiarto A, Sulistyo, Atmadja WS*.* 1990. Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Puslitbangkan. IDRC-INFIS. 34 hal.

Mubarak, H. dan Wahyuni, I. 1981. Percobaan Budidaya Rumput Laut di Perairan Lorok, Pacitan dan Kemungkinan Pengembangannya. Bull. Pen. Perikanan, I(2): 157-166

Mubarak,H., S. Ilyas, W.Ismail, I.S. Wahyuni, S.T. Hartati, E. Pratiwi, Z. Jangkaru, dan R. Arifuddin. 1990. Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan No. PHP/KAN/PT/13/1990. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta. 94 hal.

Mukti EDW. 1987. Ekstraksi dan Analisa Sifat Fisiko-kimia Karagenan dari Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottonii.* Masalah Khusus. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 89 hlm.

Nemencio B. Arevalo, Tiburcio C. Donaire, Maximo A. Ricohermoso and Ronald Simbajon. Better Management Practices for Seaweed Farming *Eucheuma* and *Kappaphycus.Philiphines National Team.*

Nybakken, 1988. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi. Gramedia. Jakarta. 459 hal

Nybakken, A.J. 1992. Biologi Laut (Terjemahan oleh Dietrich, Bengen, Koesobiono, Eidman). PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. University of Georgia. Athens Georgia (diterjemahkan oleh Samingan dan Srigandono). 697 hal

Odum, E. P. 1979. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Oreginal English Edition. Fundamental of Ecology Third Edition, Yokyakarta.

Parenrengi A, Sulaeman, E Suryati, A Tenriulo. 2006. *Karakteristik Genetika Rumput Laut Kappaphycus alvarezii yang Dibudidayakan di Sulawesi Selatan*. Jurnal Riset Aquakultur; 1(1): 1 – 11

Perez, R. and Barbaroux, O. 1986. Cultivation and Uses of *Gracilaria*. In Report on Regional Study and Workshop on The Taxonomi, Ecology and Processing of Economically Important Red Seaweed. FAO Corp. Document Repository. Ifremer Centre de Nantes, Rue de I'lle d'Yue, Nantes, France.

Prahasta, E. 2002. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografi. Informatika Bandung. Bandung.

Puja Y. Pudjiharno, dan Aditya TW. 2001. Pemilihan Lokasi. Teknologi Budidaya Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*). Direktorat Perikanan Budidaya. Departemen Perikanan dan Kelautan. Balai Budidaya Laut Lampung. Hal. 13-18.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. 1987. Rumput Laut (Alga), Proyek Studi Potensi Sumberdaya Alam Indonesia. Penelitian Sumberdaya Hayati Perairan. P3O-LIPI. Jakarta.

Radiarta, I. Ny., A. Saputra., O, Johan. 2005. *Pemetaan Kelayakan Lahan untuk Pengembangan Usaha Budidaya Laut dengan Aplikasi Inderaja dan Sistem Informasi Geografis di Perairan Lemito, Propinsi Gorontalo*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, Vol.11 No 1 hal 1-13.

Rahardi F. Kristiawati R, Nazaruddin. 2001. Agribisnis Perikanan. Penebar Swadaya. Jakarta. 21 hal.

Reitan, K.I and Storseth, T. 2006. Seaweed Exploitation and Culture in Norway Applications. Possible Integrated Cultures. SINTEF Fisheries and aquaculture.

Romimohtarto, K. 2003. *Kualitas Air dalam Budidaya Laut*. www.fao.org/docrep/field/003.

Romimohtarto.K.1985. Kualitas Air Dalam Budidaya Laut. In Seafarming workshop report, Bandar Lampung, 28 October - 1 November. Fisheries and Agriculture Department.

Rosdiana, L.H. 2003. Pengaruh Kedalaman dan Asal Stek yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Doty di Perairan Sodong Cilacap. Skripsi Fakultas Biologi. UNSUD. Purwokerto. 38 hal.

Sahlan, 1982. Planktonologi. Fakultas Peternakan dan Perikanan UNDIP. Semarang. 132 hal.

Samad F. 2011. Analisis kesesuaian lahan Budidaya Rumput Laut menggunakan Penginderaan jauh dan SIG di Taman Nasional Karimunjawa. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sastrawidjaja dan Suryawati S.H. 2007. Permasalahan Pengembangan Usaha Perikanan. Dalam Potret dan Strategi Pengembangan Perikanan Tuna, Udang dan Rumput Laut Indonesia. Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Hal 153-182.

Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.

Setyaningsih H. 2011. Kelayakan Usaha Budidaya Rumput Laut Kappaphycus alvarezzi dengan Metode Longline dan Strategi Pengembangannya di Perairan Karimun Jawa. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Setyogati W dan Apdy Poto L. 2009. Budidaya Rumput Laut. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidikan Dan Tenaga Kependidikan. P4TK Pertanian Cianjur.

Setyogati W. 2004. Evaluasi perairan plawangan timur kabupaten cilacap untuk pengembangan budidaya rumput laut (Eucheuma cottonii). Skripsi. Fakultas periknan dan ilmu kelautan UNDIP. Semarang. 89 hal.

Shephered, J and N. Bromage. 1988. *Intensive Fish Farming*. BSP Profesional Books Oxford London. Edinburgh, Boston Palo Alio Melbourne.

Soegiarto AW, Sulistijo, Mubarak H. 1978. Rumput Laut Algae. Manfaat, Potensi dan Usaha Budidayanya. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional. LIPI. 87 hlm.

Soegiarto, A., Atmadja, W.S., Sulistijo dan Mubarak, H. 1978. Rumput Laut (Algae): Manfaat, Potensi dan Usaha Budidayanya. LON-LIPI, Jakarta.

Soegiarto, A.W., Sulistijo, dan Mubarak H. 1978. *Rumput Laut Algae.* Manfaat, Potensi dan Usaha Budidayanya. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional. LIPI. 87 hlm.

Sudjiharno dan Aji. N. 1999. Budidaya Rumput Laut Indonesia. Prosiding Seminar dan Pameran Budidaya Laut dalam Menunjang Protekan 2003. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta. Hal. 164-175.

Sukadi, F. 2007. Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar Kebijakan Investasi Bidang Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan 5 Juli 2007. Ditjen P2HP. DKP.

Sulistijo. 2002. Penelitian budidaya rumput laut (Alga Makro/ *Seaweed*) di Indonesia, Pidato Pengukuhan Ahli Peneliti Utama Bidang Akuakultur. Pusat Penelitian Oseanografi -LIPI. Jakarta

Sulitjo. 1985. Budidaya Rumput Laut. Seafarming workshop Bandar Lampung 28 Oktober – 1 November 1985. FAO Corp. Document Repository.

Sulma, S., B. Hasyim, A. Susanto, dan A. Budiono. 2005. Pemanfaatan Penginderaan Jauh Untuk Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Laut di Kepulauan Seribu. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Jakarta.

Suryaningrum TD. 1988. Kajian sifat-sifat mutu komoditas rumput laut budidaya jenis *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. [Tesis]. Bogor: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. 181 hlm.

Suryaningrum. T.D. 2002. Pengolahan Rumput Laut Menjadi Karagenan. Dalam Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Pasca Panen Perikanan. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Hal 173 – 175.

Towle GA. 1973*. Carrageenan.* Di dalam: Whistler RL (editor). *Industrial Gums*. Second Edition. New York: Academik Press. hlm 83 – 114.

Uyenco FR, Saniel LS, Jacinco GS. 1981. The Ice-Ice Problem in Seafarming. International Seaweed Symposium X th.625-630.

Wahyuningrum P I. 2001. Studi Evaluasi Kesesuaian Wilayah Perairan Teluk Lampung untuk Budidaya Rumput Laut Eucheuma dengan Pemanfaatan Penginderaan Jarak Jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG). Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Wardoyo S.T.H. 1975. Pengelolaan kualitas air. Fakultas perikanan. IPB bogor. 80 hal

Wei, T.L. and W.Y. Chin. 1983. Seaweeds of Singapore. Singapore Univ. Press. National University of Singapore: 121 pp.

Winarno FG. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan. 112 hlm.

Yulianto K dan Hatta M. 1996. Pengaruh Beberapa Faktor Pengontrol Terhadap Keberhasilan Budidaya *Kappaphycus Striatum* (Schimtz) Doty (Rhodophyta) Di Perairan Tual Maluku Tenggara. Perairan Maluku dan Sekitarnya, 10:13-21.

Yulianto, K. 2002. Pengamatan Penyakit "Ice-ice" dan Alga Kompetitor Fenomena Penyebab Kegagalan Panen Budidaya Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii* Agardh) Di Pulau Pari, Kepulauan Seribu Tahun 2000 dan 2001. Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.

Yunizal, Murtini JT, Utomo BS, dan Suryaningrum TH. 2000. *Teknologi Pemanfaatan Rumput Laut*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Ekplorasi Laut dan Perikanan. hlm 1-11.